



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Titulación:

GRADO EN INGENIERIA ELECTRICA

Título del Proyecto:

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN
CONJUNTO DE NAVES PORCINAS

Alumno: Imanol Carracedo Alcantarilla

Tutor: Vicente Donderis Quiles

Valencia, Julio 2016

INDICE GENERAL

| | |
|----------------------------------|-----|
| 1. MEMORIA..... | 3 |
| 2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS | 31 |
| 3. PLIEGO DE CONDICIONES..... | 73 |
| 4. PRESUPUESTO | 136 |
| 5. PLANOS..... | 147 |

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

| | |
|---|----|
| 1.1 Resumen de características..... | 6 |
| 1.1.1 Titular | 6 |
| 1.1.2 Emplazamiento..... | 6 |
| 1.1.3 Localidad | 6 |
| 1.1.4 Potencia instalada en kW | 6 |
| 1.1.5 Potencia de cálculo en kW | 6 |
| 1.1.6 Línea repartidora..... | 6 |
| 1.1.7 Destino del local y su clasificación | 6 |
| 1.1.8 Presupuesto total..... | 6 |
| 1.2. Objeto del proyecto | 7 |
| 1.2.1. Titular de la Instalación | 9 |
| 1.3. Situación..... | 9 |
| 1.3.1 Superficies | 9 |
| 1.4 Potencia prevista..... | 10 |
| 1.4.1 Potencia total máxima admisible | 11 |
| 1.4.2 Potencia total instalada..... | 11 |
| 1.5 Descripción de las instalaciones de enlace | 11 |
| 1.5.1 Centro de Transformación | 11 |
| 1.5.2 Caja General de Protección..... | 11 |
| 1.5.3 Equipos de medida..... | 12 |
| 1.5.4 Línea repartidora / Derivación individual..... | 12 |
| 1.5.4.1 Descripción: longitud, sección, diámetro tubo | 13 |
| 1.5.4.2 Canalizaciones | 13 |
| 1.5.4.3 Conductores | 15 |
| 1.6 Descripción de la instalación interior..... | 16 |
| 1.6.1 Clasificación y características de las instalaciones..... | 17 |
| 1.6.2 Cuadro general de distribución | 18 |
| 1.6.2.1 Características y composición | 18 |

| | |
|---|----|
| 1.6.3 Líneas de distribución y canalización | 18 |
| 1.6.3.1 Sistema de instalación elegido | 19 |
| 1.6.3.2 Descripción: longitud, sección y diámetro del tubo..... | 19 |
| 1.6.4 Receptores | 21 |
| 1.6.4.1 Motores | 22 |
| 1.6.4.2 Tomas de corriente | 22 |
| 1.6.4.3 Receptores de Alumbrado | 22 |
| 1.6.4.3.1 Eficiencia energética de las Instalaciones de Iluminación | 23 |
| 1.6.4.3.2 Iluminación Interior y Exterior | 24 |
| 1.6.5 Protecciones en Baja Tensión | 24 |
| 1.6.5.1 Protección de la Instalación | 25 |
| 1.6.5.2 Protección contra sobrecargas..... | 25 |
| 1.6.5.3 Protección contra cortocircuitos..... | 26 |
| 1.6.6 Compensación del Factor de Potencia..... | 26 |
| 1.7 Suministros complementarios | 27 |
| 1.8 Alumbrados especiales..... | 27 |
| 1.9 Línea de puesta a tierra..... | 28 |
| 1.9.1 Tomas de tierra (electrodos)..... | 29 |
| 1.9.2 Líneas principales de tierra y derivaciones | 30 |
| 1.9.3 Conductores de protección | 30 |

1.1 Resumen de características

1.1.1 Titular

Imanol Carracedo Alcantarilla, alumno de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, Grado en Ingeniería Eléctrica.

1.1.2 Emplazamiento

Polígono 10, parcela 630 de Las Casas de Utiel, término municipal de Utiel.

1.1.3 Localidad

Las Casas de Utiel.

1.1.4 Potencia instalada en kW

La potencia total instalada es de 101,83 kW.

1.1.5 Potencia de cálculo en kW

La potencia total de cálculo es de 122,80 kW.

1.1.6 Línea repartidora

Acometida de 30 metros desde el Centro de Transformación:
(AL) $3F \times 120 \text{ mm}^2 + 1N \times 70 \text{ mm}^2 + 1P \times 70 \text{ mm}^2$; tubo de 160 mm^2

1.1.7 Destino del local y su clasificación

Conjunto de naves porcinas para la gestación.

1.1.8 Presupuesto total

El presupuesto total sin IVA asciende a un total de 167.435,81 €

1.2. Objeto del proyecto

El objetivo del presente proyecto de final de carrera es la obtención del Título de Grado en Ingeniería Eléctrica, para ello vamos a planificar, describir, calcular y presupuestar las instalaciones eléctricas de Baja Tensión y Media Tensión de un conjunto de naves porcinas, comprendiendo el estudio desde el final de la acometida de la compañía eléctrica hasta los circuitos receptores, incluyendo la red de tierras.

En el presente proyecto se realizan los cálculos para proceder a la instalación de un conjunto de naves porcinas para la gestación. Además se harán los cálculos requeridos para el centro de transformación correspondiente.

Para el desarrollo del presente proyecto se tendrá en cuenta la normativa y los reglamentos vigentes y la aplicación de la misma para la adecuación de las instalaciones.

En primer lugar la memoria de la instalación eléctrica tiene por objeto, dar a conocer las características técnicas y de seguridad de la instalación eléctrica que se realizará en el conjunto de naves porcinas, con el fin de obtener la correspondiente aprobación por parte de la Dirección General de Industria de la Comunidad de Valencia.

Normativa considerada:

Para la redacción del presente proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas y disposiciones legales:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por decreto 842/2002 de fecha 2 de agosto de 2002 (B.O.E. nº224 del 18/09/2002), así como sus instrucciones Técnicas complementarias.
- Resolución de 20 de junio de 2003, de la dirección de industria y energía, por la que se modifican los anexos de las ordenes de 17 de julio de 1989 de la Consellería de Industria, Comercio y turismo, y de 12 de febrero de 2001 de la Consellería de Industria y Comercio, sobre contenido mínimo de los proyectos de industrias e instalaciones industriales.
- UNE 20-460-94: Intensidades admisibles en los cables y conductores aislados.
- UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.
- UNE 20-460-90: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra sobrecorrientes.

- UNE 20-460-90: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta a tierra y conductores de protección.
- EN-IEC 60 947-2:1996(UNE-NP): Aparamenta de baja tensión, Interruptores automáticos.
- EN-IEC 60 947-2:1996(UNE-NP): Anexo B: interruptores Automaticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.
- EN-IEC 60 947-3:1999: Aparamenta de Baja Tensión. Interruptores, seccionadores, interruptoresseccionadores y combinados fusibles.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de fecha 9 de marzo de 1971.
- Norma Tecnológica de la Edificación NTE, del Ministerio de la Vivienda, con relación a Instalaciones de Electricidad, Protección y Telefonía.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, B.O.E. 25-10-1984.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Lay 54/1997 de 27 de noviembre.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, Decreto de 12 Marzo de 1954 y Real Decreto 1725/84 de 18 de Julio.
- Real Decreto 2949/1982 de 15 de Octubre de Acometidas Eléctricas.
- Ordenanzas Municipales particulares dictadas por el Excmo. Ayuntamiento.
- Normas dictadas por la Comunidad Autónoma correspondiente.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Ley 31/1995 de 8 de noviembre de 1995.

1.2.1. Titular de la Instalación

Imanol Carracedo Alcantarilla, alumno de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, con el fin de obtener el Título de Grado en Ingeniería Eléctrica.

1.3. Situación

La instalación se encuentra situada en el polígono 10, parcela 630 de Las Casas de Utiel en el término municipal de Utiel. En ellas se diferenciarán un total de cuatro naves, teniendo cada una de ellas una función diferente para conseguir el resultado final.

1.3.1 Superficies

La superficie total de la parcela es de 7.500 metros cuadrados, en los cuales la superficie construida es de 3.015 metros cuadrados repartida de la siguiente forma:

- Nave 1 (Almacén y Oficinas): 400 metros cuadrados, con una altura de tres metros, dividido de la siguiente forma:
 - 4 despachos iguales, de 25 metros cuadrados cada uno.
 - Sala de Entrada: 35 metros cuadrados.
 - Aseos y vestuarios: 60 metros cuadrados.
 - Sala de descanso: 25 metros cuadrados.
 - Pasillo: 20 metros cuadrados.
 - Almacén: 160 metros cuadrados.
- Nave 2 (Gestación): 2.000 metros cuadrados, con una altura de cinco metros.
- Nave 3 (Maternidad): 2.000 metros cuadrados, con una altura de tres metros, dividida de la siguiente forma:
 - Cuatro salas idénticas de 425 metros cuadrados.
 - Pasillo: 300 metros cuadrados.

- Nave 4 (Recría): 615 metros cuadrados, con una altura de tres metros, y dividido de la siguiente forma:
 - o Seis salas de recría de las mismas características, 60 metros cuadrados cada una de ellas.
 - o Cuarto de mantenimiento: 40 metros cuadrados.
 - o Pasillo: 80 metros cuadrados.
 - o Sala de aprendizaje: 135 metros cuadrados.

1.4 Potencia prevista

La distribución y conocimiento de las potencias de los receptores, tanto de alumbrado como de fuerza, nos permiten tomar la base para la definición de los circuitos necesarios para su funcionamiento.

Bien sea por el conocimiento de las potencias o por la capacidad máxima que se determine para las líneas, podemos estimar las potencias mínimas a suministrar para cada cuadro, teniendo en cuenta, además, los coeficientes de utilización y de simultaneidad adecuados.

En base al estudio de previsión de cargas, para la presente instalación, desde el cuadro general existente, se ha determinado la necesidad de disponer de cuatro cuadros secundarios (uno en cada nave) alimentados desde el cuadro general de protección (ubicado Nave 1 de Oficinas y Almacén).

La propiedad debe asesorarse, sobre la conveniencia de contratar con la compañía la potencia más próxima a su consumo real, previsto para los inicios de la actividad de la instalación y para un futuro más o menos próximo.

El Reglamento electrotécnico de Baja Tensión en su ITC-BT-10 establece que la carga correspondiente a los locales comerciales y oficinas del edificio se calculará considerando un mínimo de 100 W por metro cuadrado y planta.

NOTA: En todo caso, el cálculo de la Acometida se realizará teniendo en cuenta la máxima potencia admisible dada por la potencia proporcionada por el transformador.

1.4.1 Potencia total máxima admisible

La potencia máxima admisible en la instalación según el Interruptor Magnetotérmico General de 300 Amperios, será de 207,8 kW.

La potencia máxima admisible en la instalación según la sección de 120 mm² del cable de la Acometida, cables unipolares de Aluminio XLPE bajo sendos tubos de Aluminio, será de 232,1 kW.

1.4.2 Potencia total instalada

La potencia total instalada en el conjunto de la instalación es de 101,8 kW. Esto resulta de realizar la suma de todos los elementos receptores de dicha instalación.

1.5 Descripción de las instalaciones de enlace

La compañía eléctrica será la responsable de suministrar la energía eléctrica hasta el centro de transformación, es decir, en nuestro caso es propiedad de la instalación tanto la acometida como el Centro de Transformación.

A partir de ahí hasta los receptores, el circuito también será responsabilidad del propietario, y suministrará la misma potencia que la contratada con la compañía.

1.5.1 Centro de Transformación

Se dispondrá de un centro de transformación de media tensión (160 kVA), con proyecto aparte en el Anexo 1 del CD de este proyecto, que alimentará a la red de baja tensión de toda la explotación, proporcionando una tensión nominal trifásica de 400-230 V a una frecuencia de 50 Hz. El transformador se dispondrá bajo una caseta prefabricada construida para tal fin en las inmediaciones de la parcela.

1.5.2 Caja General de Protección

Es la caja que aloja los elementos de protección y, en este caso, también el equipo de medida (contadores), debido que al tratarse de un único usuario nuestra instalación podrá simplificarse, como se describe en el esquema 2.1 del apartado 2.1 de la ITC-BT-12, en donde se dispone que podrán coincidir la CGP y el equipo de

medida en la misma envolvente y no existir la línea general de alimentación, siendo los fusibles de seguridad los de la caja general de protección y medida.

1.5.3 Equipos de medida

Como ya hemos comentado anteriormente, al tratarse de un único usuario, la instalación podrá simplificarse haciendo coincidir la CGP y los equipos de medida en la misma envolvente.

1.5.4 Línea repartidora / Derivación individual

a) Línea repartidora

La línea repartidora, o acometida, es la parte de la instalación de la red de distribución que alimenta al centro de transformación para abonado de alta tensión. Es el tramo comprendido entre el centro de transformación en baja tensión y la Caja de Protección y Medida (CPM).

Se realizarán con conductores aislados en el interior de sendos tubos enterrados.

Al tratarse de una canalización enterrada, los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 50.086 2-4 y sus características mínimas serán, las indicadas en la tabla 8 y 9 de la ITCBT-21.

Las canalizaciones incluirán, en cualquier caso, el conductor de protección.

La acometida estará constituida por conductores unipolares aislados de aluminio XZ1 (S), con aislamiento de polietileno reticulado (X) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.

En nuestro caso, al tratarse de cables aislados en el interior de sendos tubos enterrados, la derivación individual cumplirá lo indicado en la ITC-BT-07 para redes subterráneas.

b) Derivación individual

Por otro lado, la Derivación Individual será el circuito que enlace la Caja de Protección y Medida (CPM) con el Cuadro General de Distribución (CGD). Se instalará de acuerdo con ITC-BT-15.

En nuestro caso, al tener cuatro naves en la explotación, habrá un total de cuatro derivaciones individuales, y se instalarán cuatro cuadros generales de distribución, uno en cada nave y de similares características.

Se realizarán con conductores aislados en el interior de tubos enterrados.

Al tratarse de una canalización enterrada, los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 50.086 2-4 y sus características mínimas serán, las indicadas en la tabla 8 y 9 de la ITCBT-21.

Las canalizaciones incluirán, en cualquier caso, el conductor de protección.

La derivación individual estará constituida por conductores unipolares aislados de cobre, tipo RZ1K (AS), con tensión asignada 0,6/1 kV, con cubierta tipo XLPE, no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

En nuestro caso, al tratarse de cables aislados en el interior de tubos enterrados, la derivación individual cumplirá lo indicado en la ITC-BT-07 para redes subterráneas.

1.5.4.1 Descripción: longitud, sección, diámetro tubo

| Cuadro | Longitud (m) | Sección (mm²) | Ø TUBO (mm) |
|-------------------------|---------------------|-----------------------------------|--------------------|
| Acometida | 30 | (AL) 3F x 120 + 1N x 70 + 1P x 70 | 160 |
| Derivación Individual 1 | 25 | 3F x 6 + 1N x 6 + 1P x 6 | 25 |
| Derivación Individual 2 | 35 | 3F x 10 + 1N x 10 + 1P x 10 | 32 |
| Derivación Individual 3 | 45 | 3F x 10 + 1N x 10 + 1P x 10 | 32 |
| Derivación Individual 4 | 125 | 3F x 16 + 1N x 16 + 1P x 16 | 40 |

1.5.4.2 Canalizaciones

Evidentemente, la naturaleza de la canalización determina el tipo de cable adecuado al servicio de que se trate. En el presente proyecto se ha de utilizar canalización fija.

Cuando las canalizaciones pasen a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techo, se realizará el acuerdo con preinscripciones tales como

que las canalizaciones estarán protegidas contra deterioros mecánicos, en toda la longitud de los pasos no habrá empalmes o derivaciones, se utilizarán tubos no obturados, etc.

A la hora de calcular el diámetro mínimo de los tubos protectores que contienen a las diversas líneas de la instalación se debe tener en cuenta el número, tipo y sección de los conductores, así como el tipo de instalación. Para ello, en la instrucción complementaria ITC-BT 21, se establecen una serie de tablas con los diámetros mínimos de los tubos protectores, en función de los factores antes citados.

Los tubos deberán soportar como mínimo sin deformación alguna, 60 grados centígrados para los tubos aislantes constituidos por PVC o polietileno y 70 grados centígrados para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

La elección definitiva de los tubos con sus diámetros correspondientes esta especificada en el documento cálculos del presente proyecto, mientras que su emplazamiento y forma de colocación esta especificada en el documento planos.

CANALIZACIÓN BAJO TUBOS PROTECTORES:

Para la colocación de las canalizaciones bajo tubos protectores tendremos que tener en cuenta las consideraciones siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originaran reducciones de sección admisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados estos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes.
- Las conexiones entre conductores se realizaran en el interior de cajas apropiadas de material aislante.

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta, además, las siguientes preinscripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas. La distancia entre estas será, como máximo, de 0,5 metros.
- Es conveniente disponer de tubos normales, siempre que sea posible a una altura mínima de 2,5 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados.

1.5.4.3 Conductores

La conducción eléctrica se va a realizar desde el centro de transformación a los distintos receptores de la instalación. La instalación es de baja tensión y por tanto, se emplearan tensiones normalizadas como indica el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Se empleara unas tensiones nominales en corriente alterna de 230 V entre fase y neutro, y 400 V entre fases, para las redes trifásicas de cuatro conductores.

Los conductores de corriente eléctrica se deberán calcular de modo que tengan la resistencia mecánica suficiente para las conducciones de la línea y además no sufran calentamientos excesivos, así como una caída de tensión en el propio conductor dentro de los límites establecidos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

En primer lugar se ha de calcular cual va a ser la sección adecuada que ha de tener el conductor a lo largo de la instalación. Esta sección debe de cumplir lo establecido en el Reglamento de Baja Tensión.

Los factores que influyen y que por lo tanto se han de tener en cuenta a la hora de calcular la sección de los conductores son los siguientes:

- Calentamiento de los conductores.
- Caída de tensión.

Para el caso de instalaciones industriales que se alimenten directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, se considerará que la instalación interior tiene el origen en la salida del transformador y que las caídas de tensión admisibles son del 4,5% para alumbrado y del 6,5% para el resto de usos.

NORMAS PARA LA ELECCIÓN DE CABLES

Además de lo expuesto anteriormente para el cálculo del conductor, se harán las siguientes consideraciones a la hora de elegir el cable:

- El aislamiento del cable ha de ser tal que asegure en su parte conductora una continuidad eléctrica duradera. Normalmente el aislamiento del cable se determina con los picos de tensión que este tiene que soportar en cualquier momento.
- La sección del cable a colocar en el alumbrado normalmente la determina la caída de tensión (si la longitud no es pequeña). La sección de los conductores de fuerza la determina la corriente a transportar y el calentamiento que esta puede producir, de tal forma que nunca se superen temperaturas determinadas por encima de las cuales el cable se deteriora.
- El cable elegido, teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, será capaz de soportar los cortocircuitos que puedan producirse, mejor que cualquier otra parte de la instalación. Se preverá que la temperatura y los esfuerzos electrodinámicos producidos por el cortocircuito, no deterioren en ningún momento el cable.

1.6 Descripción de la instalación interior

El presente apartado tiene como finalidad, determinar las características técnicas y de seguridad de toda la instalación eléctrica en baja tensión para el suministro de la explotación proyectada.

La instalación eléctrica descrita se ajusta al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) e instrucciones técnicas complementarias (ITC) (Decreto 842/2002 de 2 de agosto).

En la redacción de este proyecto se han tenido en cuenta todas las especificaciones relativas a centros de transformación contenidas en los reglamentos y disposiciones siguientes:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Normas UNE y Recomendaciones UNESA.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Normas técnicas de la edificación NTE.
- Normas particulares de Iberdrola.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

1.6.1 Clasificación y características de las instalaciones

El principal objetivo de la instalación es la gestación y cría de los animales, teniendo cada una de las naves unas funciones distintas, las cuales se enumeran a continuación:

- Nave 1 (Almacén y Oficinas). En ella se encuentran las distintas oficinas de trabajo, los vestuarios y duchas para el cambio de ropa, una sala para poder comer y descansar, y el despacho desde el cual se puede controlar electrónicamente la instalación mediante un ordenador y el PSY. Además en el almacén se encuentran la caldera y la bomba de agua, además de otros aparatos eléctricos y electrónicos, y diferente material de trabajo.
- Nave 2 (Gestación). En ella están las hembras adultas agrupadas en varios parques, en los cuales se les alimenta y prepara para su posterior gestación. Una vez están preparadas pasan a jaulas individuales en las cuales se inicia el periodo de gestación.
- Nave 3 (Maternidad). A esta nave van los animales ya en su fase final de gestación, disponiendo un recinto individual para cada futura madre y sus crías, permaneciendo estas últimas alrededor de cuatro semanas en dicho lugar, para posteriormente ser enviadas a otra granja para su cebo y engorde.
- Nave 4 (Recría). A esta última nave solamente va una parte pequeña de las crías anteriormente nombradas, las cuales serán todas hembras y elegidas genéticamente, ya que su futura función es la de pasar a formar parte del conjunto de hembras preparadas para la gestación en la Nave 2.

1.6.2 Cuadro general de distribución

Como ya se ha descrito antes, se instalará un Cuadro General de Distribución (CGD) en cada nave, teniendo en consideración la ITC-BT-17.

Desde el CGD y por mediación de los correspondientes circuitos se llevará la potencia hasta los receptores finales de la instalación, ya sean de alumbrado o de fuerza.

1.6.2.1 Características y composición

El CGD consistirá en un armario de PVC, equipado con placa de montaje, estanco (grado de protección mínimo IP 30 e IK 07), de medidas suficientes para contener los elementos de maniobra y protección necesarios e impedir que puedan producirse elevaciones peligrosas de temperatura.

Serie de dispositivos de mando y protección que se ubicarán en el cuadro:

- Un interruptor de control de potencia (ICP), que se ubicará en un compartimiento independiente dentro del cuadro.
- Interruptores diferenciales de protección contra contactos indirectos por cada circuito.
- Un interruptor diferencial general.
- Protecciones magnetotérmicas, consistentes en dispositivos de corte omipolar contra sobrecargas y cortocircuitos para cada uno de los circuitos interiores (PIAs).

1.6.3 Líneas de distribución y canalización

Todos los conductores utilizados para la instalación interior serán de cobre con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), armonizados y no propagadores de la llama.

Tendrán una tensión nominal 0,6/1 kV y serán instalados bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra, en base a la configuración B o B2 según la ITC-BT-19.

Para los cálculos se considera la configuración B2 (cables multiconductores), ya que se utiliza una misma sección para una menor intensidad. De esta forma, en obra se podrá optar por esta opción de instalación, o por cables unipolares.

Las canalizaciones serán de tubo plástico. Los tubos y cajas se montarán conforme al vigente Reglamento Electrotécnico. En las uniones se garantizará al menos una estanqueidad IP 44.

Los elementos de fijación serán de tipo polímero. En los locales húmedos se adoptará una estanqueidad mínima IP 55.

1.6.3.1 Sistema de instalación elegido

Será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades, así como de las especificaciones de la aparamenta encargada de tales funciones.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado. Y de las masas de la instalación receptora, por otro.

El esquema de distribución elegido es el esquema TT. Las ventajas que este esquema tiene en lo que respecta a su mantenimiento, ampliaciones futuras y seguridad contra incendios aconsejan su empleo en este proyecto.

1.6.3.2 Descripción: longitud, sección y diámetro del tubo

| Cuadro: Derivación Individual 1 | Longitud (m) | Sección (mm²) | Ø TUBO (mm) |
|--|-------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| Bomba (variador) 1,5 CV | 15 | 1F x 2,5 + 1N x 2,5 + 1P x 2,5 | 20 |
| Caldera 1,5 CV | 20 | 1F x 2,5 + 1N x 2,5 + 1P x 2,5 | 20 |
| Refrigeración (Gestación) 3,3 KW | 10 | 1F x 4 + 1N x 4 + 1P x 4 | 20 |
| PSY + Ordenador 700 W | 15 | 1F x 1,5 + 1N x 1,5 + 1P x 1,5 | 16 |
| Iluminación Oficinas 1 (63 W) | 30 | 1F x 1,5 + 1N x 1,5 + 1P x 1,5 | 16 |
| Iluminación Oficinas 2 (63 W) | 30 | 1F x 1,5 + 1N x 1,5 + 1P x 1,5 | 16 |
| Iluminación Oficinas 3 (63 W) | 30 | 1F x 1,5 + 1N x 1,5 + 1P x 1,5 | 16 |
| Iluminación Aseos/Vestuarios (35 W) | 30 | 1F x 1,5 + 1N x 1,5 + 1P x 1,5 | 16 |
| Iluminación Almacén 1 (36 W) | 20 | 1F x 1,5 + 1N x 1,5 + 1P x 1,5 | 16 |
| Iluminación exterior (98 W) | 25 | 1F x 1,5 + 1N x 1,5 + 1P x 1,5 | 16 |
| Alumbrado Emergencia (18 W) | 40 | 1F x 1,5 + 1N x 1,5 + 1P x 1,5 | 16 |
| Aire Acondicionado (2.000 W) | 30 | 1F x 4 + 1N x 4 + 1P x 4 | 20 |
| Tomas de corriente monofásica 1 | 30 | 1F x 2,5 + 1N x 2,5 + 1P x 2,5 | 20 |
| Tomas de corriente monofásica 2 | 30 | 1F x 2,5 + 1N x 2,5 + 1P x 2,5 | 20 |

| Cuadro: Derivación Individual 2: Gestación | Longitud (m) | Sección (mm²) | Ø TUBO (mm) |
|---|-------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| Iluminación 36 W | 30 | 1F x 2,5 + 1N x 2,5 + 1P x 2,5 | 20 |
| | 60 | 1F x 4 + 1N x 4 + 1P x 4 | 20 |
| | 90 | 1F x 6 + 1N x 6 + 1P x 6 | 25 |
| Iluminación exterior (98 W) | 90 | 1F x 1,5 + 1N x 1,5 + 1P x 1,5 | 16 |
| Alumbrado Emergencia (18 W) | 110 | 1F x 1,5 + 1N x 1,5 + 1P x 1,5 | 16 |
| Ventiladores gran caudal 1,5 CV | 85 | 1F x 4 + 1N x 4 + 1P x 4 | 20 |
| Chimeneas Ventilación 600 W | 75 | 1F x 6 + 1N x 6 + 1P x 6 | 25 |
| Motor Alimentación 1,5 CV | 15 | 1F x 2,5 + 1N x 2,5 + 1P x 2,5 | 20 |
| Tomas de corriente monofásicas | 50 | 1F x 2,5 + 1N x 2,5 + 1P x 2,5 | 20 |
| Tomas de corriente trifásicas | 50 | 3F x 2,5 + 1N x 2,5 + 1P x 2,5 | 20 |
| Comederos 100 W | 70 | 1F x 1,5 + 1N x 1,5 + 1P x 1,5 | 16 |

| Cuadro: Derivación Individual 3: Maternidad | Longitud (m) | Sección (mm²) | Ø TUBO (mm) |
|--|-------------------------|---|------------------------|
| Calefacción 3800 W | 125 | 1F x 10 + 1N x 10 + 1P x 10 | 25 |
| Ventiladores 600 W | 25 | 1F x 1,5 + 1N x 1,5 + 1P x 1,5 | 16 |
| | 50 | 1F x 2,5 + 1N x 2,5 + 1P x 2,5 | 20 |
| | 75 | 1F x 2,5 + 1N x 2,5 + 1P x 2,5 | 20 |
| | 100 | 1F x 4 + 1N x 4 + 1P x 4 | 25 |
| Ventanas con sonda 0,75 CV | 25/50 75/100 | 4 Circuitos: 1F x 1,5 + 1N x 1,5 + 1P x 1,5 | 16 |
| Iluminación 36 W | 25 | 1F x 1,5 + 1N x 1,5 + 1P x 1,5 | 16 |
| | 50 | 1F x 2,5 + 1N x 2,5 + 1P x 2,5 | 20 |
| | 75 | 1F x 4 + 1N x 4 + 1P x 4 | 20 |
| | 100 | 1F x 6 + 1N x 6 + 1P x 6 | 25 |
| Motor Pienso 1,5 CV | 25/50/75 | 3 Circuitos: 1F x 1,5 + 1N x 1,5 + 1P x 1,5 | 16 |
| | 100 | 1F x 2,5 + 1N x 2,5 + 1P x 2,5 | 20 |
| Cooling 500 W | 90 | 1F x 2,5 + 1N x 2,5 + 1P x 2,5 | 20 |
| Iluminación pasillo 1 36 W | 50 | 1F x 1,5 + 1N x 1,5 + 1P x 1,5 | 16 |
| Iluminación pasillo 2 36W | 100 | 2F x 1,5 + 1N x 1,5 + 1P x 1,5 | 16 |
| Iluminación exterior (98 W) | 110 | 1F x 2,5 + 1N x 2,5 + 1P x 2,5 | 20 |
| Alumbrado Emergencia (18 W) | 115 | 1F x 1,5 + 1N x 1,5 + 1P x 1,5 | 16 |
| Tomas de corriente monofásicas | 50 | 1F x 2,5 + 1N x 2,5 + 1P x 2,5 | 20 |

| Cuadro: Derivación Individual 4: Recría | Longitud (m) | Sección (mm²) | Ø TUBO (mm) |
|--|-------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| Ventilación 600 W | 40 | 1F x 2,5 + 1N x 2,5 + 1P x 2,5 | 20 |
| Ventilación (2) 600 W | 50 | 1F x 1,5 + 1N x 1,5 + 1P x 1,5 | 16 |
| Iluminación 36 W | 45 | 1F x 4 + 1N x 4 + 1P x 4 | 20 |
| Iluminación (2) 36 W | 60 | 1F x 1,5 + 1N x 1,5 + 1P x 1,5 | 16 |
| Motor espiral pienso 1,5 CV | 50 | 1F x 2,5 + 1N x 2,5 + 1P x 2,5 | 20 |
| Motor pienso 1,5 kW | 60 | 1F x 2,5 + 1N x 2,5 + 1P x 2,5 | 20 |
| Cooling 500 W | 50 | 1F x 1,5 + 1N x 1,5 + 1P x 1,5 | 16 |
| Iluminación pasillo 36 W | 40 | 1F x 1,5 + 1N x 1,5 + 1P x 1,5 | 16 |
| Iluminación exterior (98 W) | 80 | 1F x 1,5 + 1N x 1,5 + 1P x 1,5 | 16 |
| Alumbrado Emergencia (18 W) | 50 | 1F x 1,5 + 1N x 1,5 + 1P x 1,5 | 16 |
| Tomas de corriente monofásicas | 40 | 1F x 2,5 + 1N x 2,5 + 1P x 2,5 | 20 |

1.6.4 Receptores

Los aparatos receptores para conseguir un buen funcionamiento deberán cumplir unos requisitos conformes a una correcta instalación, utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberían producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc.), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesaria para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, puedan producirse en funcionamiento.

En el apartados 2 del presente proyecto figuran los cálculos y datos referentes a los receptores de alumbrado y fuerza, respectivamente.

En cuanto a las tomas de corriente, se instalarán tomas trifásicas y monofásicas, repartidas estratégicamente por cada una de las cuatro naves de la explotación. Los dos tipos dispondrán de toma de tierra y tendrán una intensidad nominal de 16 A.

1.6.4.1 Motores

Según indica el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en su instrucción 47, las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión de los motores, con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo serán las siguientes:

- Un solo motor: Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la intensidad a plena carga del motor en cuestión.
- Varios conductores: Los conductores de conexión que alimentan a varios motores deberán estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de todos los demás.

1.6.4.2 Tomas de corriente

Se han colocado tomas de corriente trifásica y monofásica en la zona de producción. También se han colocado tomas de corriente monofásicas de 16 A, en la zona de oficinas de la forma más conveniente para su utilización continua y eventual.

También se dispone de tomas de alimentación por un S.A.I. para los ordenadores de las oficinas. Las tomas de corriente utilizadas en el presente proyecto son de la marca Schuko.

Las tomas de corriente que se van a colocar en este proyecto serán tanto monofásicas como trifásicas, definiéndolas de la siguiente manera:

- Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2p + T).
- Tomas de corriente trifásicas de 16 A a 400 V. (3p + T).

1.6.4.3 Receptores de Alumbrado

Según indica el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en su instrucción 44, las instalaciones que contengan lámparas de descarga, deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Los circuitos de alimentación de lámparas o tubos de descarga estarán provistos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque.
- La carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas.
- En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.
- Será obligatorio la compensación del factor de potencia hasta un mínimo de 0,9

1.6.4.3.1 Eficiencia energética de las Instalaciones de Iluminación

Su ámbito de aplicación son las instalaciones de iluminación de interior en:

- Edificios de nueva construcción.
- Rehabilitación de edificios existentes con una superficie útil de más de 1.000 m², donde se renueve más del 25% de la superficie iluminada.
- Reformas de locales comerciales y edificios de uso administrativo donde se renueve la instalación de alumbrado.

Se excluyen específicamente:

- Edificios y monumentos de valor histórico, cuando la aplicación de estas exigencias supongan alteraciones inaceptables para ellos.
- Construcciones provisionales para menos de 2 años.
- Instalaciones Industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales.
- Edificios independientes de menos de 50 m².
- Interiores de viviendas.

En los casos excluidos en el punto anterior, en el proyecto se justificarán las soluciones adoptadas, en su caso, para el ahorro de energía en la instalación de iluminación.

Se excluyen, también, de este ámbito de aplicación los alumbrados de emergencia.

1.6.4.3.2 Iluminación Interior y Exterior

El estudio de iluminación, se ha realizado teniendo en cuenta el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por lo que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (anexo IV) y de la Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo (artículo 8).

Se tendrá en cuenta también la UNE-EN 12464-1, para iluminación interior y la UNE-EN 12464-2, para iluminación exterior.

Los aparatos de alumbrado a utilizar serán de lámparas fluorescentes preferentemente, para los locales y vías de evacuación, con portalámparas de seguridad, equipo electromagnético, envolvente y difusor, conectándose la carcasa mediante conductor de protección a la red de tierra equipotencial de la instalación.

Para el encendido de los aparatos de alumbrado, se utilizarán interruptores calibrados a 1,8 veces (ITC-BT-44) como mínimo la carga prevista en cada circuito estando protegidos éstos si fuese necesario, con cortacircuitos fusibles de calibre no superior a la intensidad admisible en los conductores de alimentación.

Las derivaciones de alimentación a los receptores de alumbrado, se realizarán directamente e independiente a cada receptor, desde las cajas de derivación más próximas, mediante cable tipo manguera y clavija con sujeción a las carcasas del receptor mediante elementos roscados que aseguran una firme conexión mecánica, con aislamiento para una tensión de servicio de 0,75 kV, borna de conexión sujeta a la carcasa del receptor hasta el receptor, asegurándose en ambos puntos la conexión mecánica mediante racores adecuados.

1.6.5 Protecciones en Baja Tensión

Toda la instalación eléctrica tiene que estar dotada de una serie de protecciones que la hagan segura, tanto desde el punto de vista de los conductores y los aparatos a ellos conectados, como de las personas que han de trabajar en ella.

Existen muchos tipos de protecciones, que pueden hacer a una instalación eléctrica completamente segura ante cualquier contingencia, pero hay tres que deben usarse en todo tipo de instalación.

En las instalaciones de baja tensión, y de acuerdo con las instrucciones 22, 23 y 24 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, debemos considerar las siguientes protecciones:

- Protección de la instalación:
 - o Contra sobrecargas.
 - o Contra cortocircuitos.
- Protección de las personas:
 - o Contra contactos directos.
 - o Contra contactos indirectos.

1.6.5.1 Protección de la Instalación

Los dispositivos de protección tienen por finalidad registrar de forma selectiva las averías y separar las partes de la instalación defectuosa, así como limitar las sobreintensidades y los defectos de los arcos.

Cuando se disponen varios interruptores en serie, generalmente se requiere que estos sean selectivos. La selectividad de las protecciones es un elemento esencial que debe ser tomado en cuenta desde el momento de la concepción de una instalación de baja tensión, con el fin de garantizar a los usuarios la mejor disponibilidad de la energía.

1.6.5.2 Protección contra sobrecargas

Todos los circuitos estarán protegidos contra sobreintensidades que pueden aparecer en un circuito, por lo que la interrupción se debe realizar en un tiempo conveniente, o bien, el circuito estará dimensionado para las sobreintensidades previstas tal como se explica en el REBT en la ITC-BT-22.

Según la Instrucción 22 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, los dispositivos de protección contra sobrecargas serán fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o interruptores automáticos con curva térmica de corte.

1.6.5.3 Protección contra cortocircuitos

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, admite como dispositivo de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Todo dispositivo que asegure la protección contra cortocircuito debe responder a las dos siguientes condiciones:

1. Su poder de ruptura deber ser por lo menos, igual a la corriente de cortocircuito presunta en el punto en que se encuentra instalado.
2. El tiempo de ruptura de toda la corriente resultante de un corto circuito producido en un punto cualquiera del circuito, no debe ser superior al tiempo que se requiere para llevar la temperatura de los conductores al límite admisible.

1.6.6 Compensación del Factor de Potencia

Únicamente la potencia activa, se puede transformar en potencia mecánica o en potencia calorífica; por consiguiente, tanto las empresas suministradoras de energía eléctrica como los usuarios deben procurar, para una instalación dada, obtener el máximo de potencia activa.

De una manera general, la expresión factor de potencia se utiliza para designar la relación de la potencia de que se dispone realmente en una instalación (potencia activa) y la que hubiera podido disponerse si la tensión y la corriente de la instalación estuvieran idealmente en fase. De una forma más estricta, se denomina factor de potencia a la relación entre la potencia activa o efectiva y la potencia aparente de una instalación:

$$\text{Factor de potencia} = P/S = \cos \rho$$

Junto al centro de transformación, se instalará una batería de condensadores con compensación automática para 136 kVAr de potencia reactiva, de 6 escalones con una relación de potencia entre condensadores de 1:2:2:2:2:2, para alimentación trifásica a 400 V de tensión y 50 Hz de frecuencia, STD6-165-440 "CIRCUTOR", con contactores y fusibles.

Estará compuesta por un armario metálico con grado de protección IP 21, de 615x400x1330 mm; condensadores CLZ; regulador de energía reactiva con pantalla de cristal líquido Computer M; contactores con bloque de preinserción y resistencia de descarga rápida; y fusibles de alto poder de corte.

1.7 Suministros complementarios

Será necesaria la instalación de un grupo electrógeno de la misma potencia instalada, para posibles faltas de suministro, averías u otros elementos que hagan imposible el suministro normal de la red.

Al igual que el Centro de Transformación el Grupo Electrógeno será de 160 KVA, y estará situado en el Almacén de la Nave 1, junto al Cuadro General, con un interruptor-conmutador que en caso de falta de suministro conectará dicho grupo para que la explotación de la instalación siga su curso.

En nuestra instalación se hace imprescindible un elemento de estas características, ya que la falta de comida, agua, ventilación o calefacción, puede implicar una baja importante de ganado, y por consiguiente una pérdida importante de dinero.

1.8 Alumbrados especiales

Según la ITC-BT 28, las instalaciones destinadas a alumbrados especiales tienen por objeto asegurar, aun faltando el alumbrado general, la iluminación en los locales y el acceso hasta las salidas, para una eventual evacuación de público o iluminar otros puntos que señalen.

Para la disposición de los circuitos de alimentación se cumple el apartado 2,4 de la MIE.BT025 de forma tal que un mismo circuito no alimente más de 12 puntos de luz, y de tal forma que en una misma dependencia o local en la que existan varios puntos de luz, estos estarán alimentados al menos por 2 circuitos independientes.

En el mercado actual existen aparatos que proporcionan en un mismo soporte, los alumbrados de emergencia y señalización. Como esta solución está permitida, es la que se utilizara en el presente proyecto.

Las lámparas se colocarán a diferentes alturas dependiendo del local donde se vayan a instalar.

1.9 Línea de puesta a tierra

Las puestas a tierra se establecen con el objeto principal de limitar la tensión respecto a tierra, que pueden presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

La puesta a tierra se plantea como una instalación paralela a la instalación eléctrica, como un circuito de protección, que tiene que proteger a las personas, a las instalaciones y a los receptores conectados a ellas.

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión determina, en la instrucción 18, cual es el límite de tensión admisible entre una masa cualquiera en relación a tierra, o entre masas distintas.

| Características del local | Límite de tensión de contacto (V) |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| Locales o emplazamientos húmedos | 24 V |
| En los demás casos | 50 V |

Estos valores son los máximos que se supone soporta el cuerpo humano sin alteraciones significativas. Las tomas de tierra limitan las sobreintensidades que por diferentes causas aparecen en las instalaciones, siendo esta limitación tanto mayor en cuanto las tomas de tierra presenten menor impedancia al paso de estas corrientes.

Durante el transcurso de las perturbaciones, los equipos de una misma instalación deben quedar al mismo potencial; siendo muy importante la necesidad de corregir pequeños valores de puesta a tierra, con el fin de obtener la equipotencialidad.

El grado de peligrosidad de la corriente eléctrica para la persona que pueda establecer contacto directo o indirecto, dependerá de factores fisiológicos, e incluso de su estado concreto en el momento del contacto; sin embargo, al margen de ello, a nivel general, se puede decir que depende del valor de la corriente que pasa por él y de la duración de la misma.

a) Contactos directos

Los contactos directos ocurren cuando una persona entra en contacto con la parte activa de algún material o equipo eléctrico de la instalación. Los medios que se van a utilizar para proteger contra estos contactos son los siguientes:

- Protecciones por aislamiento de las partes activas.
- Protección mediante barreras o envoltorios.
- Protección mediante obstáculos que dificulten el acceso a las partes activas.
- Poner partes activas al alcance de las personas.
- Protección complementaria para dispositivos de corriente diferencial residual.

b) Contactos indirectos

Los contactos indirectos ocurren cuando una persona entra en contacto con la masa, de toma a tierra, accidentalmente con una tensión.

Debe cumplir la relación:

- En locales secos: $R \leq (50 / I_s)$
- En locales húmedos o mojados: $R \leq (24 / I_s)$

Para evitar los contactos indirectos habrá que instalar un aparato o dispositivo que desconecte, o abra el circuito, cuando exista un contacto indirecto. Estos dispositivos son los interruptores diferenciales, que cuando detecta una fuga de corriente provoca la abertura del circuito.

Se instalarán interruptores diferenciales de diferentes sensibilidades según sea el caso (generalmente):

- En líneas de fuerza $I_s = 300\text{mA}$
- En líneas de alumbrado $I_s = 30\text{ mA}$

1.9.1 Tomas de tierra (electrodos)

Se utilizarán picas consistentes en barras de cobre de Dext > 14 mm a modo de electrodos teniendo en cuenta que su longitud deberá ser superior o igual a 2 m y que la separación entre picas debe ser superior a su longitud.

El electrodo estará formado por 4 picas de toma de tierra de cobre de 14 mm y de 2,5 m de longitud, separadas una distancia de 2,5 m como mínimo en cada uno de los cuadros.

1.9.2 Líneas principales de tierra y derivaciones

A esta red de puesta a tierra se conectarán las masas de todos los equipos eléctricos. La toma de tierra se realizará con cable desnudo trenzado de cobre electrolítico de 35 mm², formando un anillo con las armaduras de los pilares, pilares metálicos, mallazo y piquetas. La conexión del cable de tierra a cada una de las partes metálicas de la cimentación y piquetas se realizará con bridas de conexión.

Pondremos en contacto el cuadro general con el punto de puesta a tierra, con un cable unipolar de cobre con aislamiento de XLPE y Tensión asignada de 0,6/1 kV, de sección de 35 mm², a este cable lo llamaremos, línea principal de tierra.

1.9.3 Conductores de protección

La sección del conductor de protección será, como mínimo, igual a la de las fases. La sección del conductor de protección se establecerá según la siguiente tabla.

| Sección conductores de fase (mm ²) | Sección mínima conductores de protección (mm ²) |
|--|---|
| $S \leq 16$ | S |
| $16 < S \leq 35$ | 16 |
| $S > 35$ | S/2 |

DOCUMENTO Nº2: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

| | |
|---|----|
| 2.1 Tensión nominal y caída de tensión máxima admisible..... | 33 |
| 2.2 Fórmulas utilizadas..... | 33 |
| 2.3 Potencias | 36 |
| 2.3.1 Relación de receptores de alumbrado | 36 |
| 2.3.2 Relación de receptores de fuerza motriz y otros usos..... | 37 |
| 2.3.4 Potencia total instalada..... | 38 |
| 2.3.5 Coeficiente de simultaneidad..... | 38 |
| 2.3.6 Potencia de cálculo | 39 |
| 2.3.7 Potencia máxima admisible | 39 |
| 2.4 Cálculos luminotécnicos..... | 40 |
| 2.4.1 Cálculo del número de luminarias..... | 41 |
| 2.4.1.1 Iluminación Exterior | 57 |
| 2.4.1.2 Alumbrado de Emergencia..... | 57 |
| 2.5 Cálculos eléctricos: alumbrado y fuerza motriz | 58 |
| 2.5.1 Cálculo de la sección de los conductores y diámetro de los tubos de canalización a utilizar en la línea de alimentación al cuadro general y secundarios | 58 |
| 2.5.2 Cálculo de la sección de los conductores y diámetro de los tubos o canalizaciones a utilizar en las líneas derivadas..... | 59 |
| 2.5.3 Cálculo de las protecciones a instalar en las diferentes líneas | 61 |
| 2.5.3.1 Sobrecargas | 61 |
| 2.5.3.2 Cortocircuitos | 64 |
| 2.5.3.3 Armónicos | 67 |
| 2.5.3.4 Sobretensiones..... | 68 |
| 2.6 Cálculo de sistema de protección contra contactos indirectos | 69 |
| 2.6.1 Cálculo de la puesta a tierra..... | 69 |

2.1 Tensión nominal y caída de tensión máxima admisible

Las tensiones nominales usualmente utilizadas en las distribuciones de corriente alterna serán:

- 230 V entre fases para las redes trifásicas de tres conductores.
- 230 V entre fase y neutro, y 400 V entre fases, para las redes trifásicas de 4 conductores.

Por otro lado, se tendrá en cuenta que la caída de tensión entre el origen del circuito y el punto más desfavorable no supere los valores máximos admisibles, que es un 3% para alumbrado y un 5% para motores y tomas de corriente. Dicha caída se calcula considerando alimentados todos los receptores de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

2.2 Fórmulas utilizadas

El cálculo de la sección de los conductores correspondientes a los distintos circuitos se realiza según la ITC-BT-19, de manera que las intensidades de cálculo no superen las intensidades máximas admisibles de las secciones escogidas, según UNE 20460-5-523-2004, tabla A.52-1.

En el caso de los conductores destinados a alimentar el CGD, se tendrá en cuenta lo descrito en el apartado de la ITC-BT-07 para conductores enterrados en el interior de tubos.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo son las que se reflejan a continuación:

Líneas monofásicas:

$$I = \frac{P}{U' \cdot \cos \varphi} \quad u(\%) = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U'^2} \cdot 100$$

Líneas trifásicas:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \quad u(\%) = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U^2} \cdot 100$$

Dónde:

- P: Potencia activa (W)
- I: Intensidad (A)
- U': Tensión simple, entre fase y neutro (230 V)
- U: Tensión compuesta, entre fases (400 V)
- L: Longitud (m)
- s: Sección (mm²)
- u: Caída de tensión. Para alumbrado menor del 3% y para fuerza menor del 5%
- $\cos \varphi$: Factor de potencia (0,85 para motores, 0,9 para alumbrado).
- γ : Conductividad (55,55 Cu; 35,71 Al)

Se considera para el cálculo cables conductores de cobre con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) en tubos de montaje superficial (B2 en tabla de intensidades máximas en cables de cobre).

Para alimentar los cuadros generales de las naves se enterrarán los cables a una profundidad de 70 cm por lo que habrá que aplicar un factor de agrupamiento.

Los factores que se consideran para corrección de la intensidad son:

- Factor de agrupamiento = 1 (cuando sea un solo circuito por canalización o tubo, en caso contrario variará en función del número de cables y su situación).
- Factor de temperatura ambiente = 1 (T^a ambiente = 40 °C, aislamiento XLPE)
- Factor de temperatura del suelo (en caso de estar enterrado) = 30 °C

En el caso de lámparas de descarga, para dimensionar los conductores, la potencia de cálculo es el producto de la potencia instalada por el factor 1,8, según la ITC-BT-44.

Es obligatorio mejorar el factor de potencia hasta 0,9.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor, deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor.

En el caso de circuitos para varios motores, se dimensionan los conductores para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás; como establece la ITC-BT-47.

La sección del conductor neutro será, como mínimo, igual a la de las fases. La sección del conductor de protección se establecerá según la siguiente tabla.

| Sección conductores de fase (mm ²) | Sección mínima conductores de protección (mm ²) |
|--|---|
| $S \leq 16$ | S |
| $16 < S \leq 35$ | 16 |
| $S > 35$ | S/2 |

En cuanto a las canalizaciones, serán tubos enterrados o en montaje superficial y su diámetro se establece según el número de conductores que lleva (5 en trifásico y 3 en monofásico) y la sección de los mismos, según ITC-BT-21 (Tablas 18 y 19).

2.3 Potencias

2.3.1 Relación de receptores de alumbrado

A continuación se muestra una tabla a modo de resumen del tipo y número de luminarias y la potencia instalada en cada espacio. Además se asigna a cada cuadro de mando y protección la potencia correspondiente al alumbrado.

| Nave 1: Almacén y Oficina | Receptor | Cantidad | Potencia Total (W) |
|--------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|---------------------------|
| | Iluminación Almacén (2x36 W) | 21 | 1.512 W |
| | Iluminación Oficinas (63 W) | 48 | 3.276 W |
| | Iluminación Exterior (98 W) | 2 | 196 W |
| | Iluminación Aseos/Vestuarios (35 W) | 16 | 560 W |
| | Alumbrado Emergencia (18 W) | 20 | 360 W |
| | TOTAL 1 | | 5.904 W |

| Nave 2: Gestación | Receptor | Cantidad | Potencia Total (W) |
|------------------------------|-----------------------------|-----------------|---------------------------|
| | Iluminación (2x36 W) | 60 | 4.320 W |
| | Iluminación Exterior (98 W) | 4 | 392 W |
| | Alumbrado Emergencia (18 W) | 13 | 234 W |
| | TOTAL 2 | | 4.946 W |

| Nave 3: Maternidad | Receptor | Cantidad | Potencia Total (W) |
|-------------------------------|------------------------------|-----------------|---------------------------|
| | Iluminación (2x36 W) | 60 | 4.320 W |
| | Iluminación pasillo (2x36 W) | 20 | 1.440 W |
| | Iluminación Exterior (98 W) | 5 | 490 W |
| | Alumbrado Emergencia (18 W) | 16 | 288 W |
| | TOTAL 3 | | 6.538 W |

| Nave 4: Recría | Receptor | Cantidad | Potencia Total (W) |
|---------------------------|------------------------------|-----------------|---------------------------|
| | Iluminación (2x36 W) | 24 | 1.728 W |
| | Iluminación (2) (2x36 W) | 6 | 432 W |
| | Iluminación pasillo (2x36 W) | 6 | 432 W |
| | Iluminación Exterior (98 W) | 2 | 196 W |
| | Alumbrado Emergencia (18 W) | 17 | 306 W |
| | TOTAL 4 | | 3.094 W |

TOTAL ALUMBRADO = 20,48 kW

2.3.2 Relación de receptores de fuerza motriz y otros usos

A continuación se muestran los receptores de fuerza previstos en el conjunto de la explotación, separados por el cuadro de mando y protección que los alimenta.

| Nave 1: Almacén y Oficina | Receptor | Cantidad | Potencia Total (W) |
|--------------------------------------|----------------------------------|-----------------|---------------------------|
| | Bomba (Variador) 1,5 CV | 2 | 2.208 W |
| | Caldera 1,5 CV | 2 | 2.208 W |
| | Refrigeración (Gestación) 3,3 KW | 1 | 3.300 W |
| | PSY + Ordenador 700 W | 1 | 700 W |
| | Aire Acondicionado | 2 | 4.000 W |
| | Tomas de corriente monofásica 1 | 1 | 3.680 W |
| | Tomas de corriente monofásica 2 | 1 | 3.680 W |
| | TOTAL | | 19.776 W |

| Nave 2: Gestación | Receptor | Cantidad | Potencia Total (W) |
|------------------------------|---------------------------------|-----------------|---------------------------|
| | Ventiladores gran caudal 1,5 CV | 2 | 2.208 W |
| | Chimeneas Ventilación 600 W | 9 | 5.400 W |
| | Motor Alimentación 1,5 CV | 2 | 2.208 W |
| | Tomas de corriente monofásicas | 1 | 3.680 W |
| | Tomas de corriente trifásicas | 1 | 11.085 W |
| | Comederos 100 W | 10 | 1.000 W |
| | TOTAL | | 25.581 W |

| Nave 3: Maternidad | Receptor | Cantidad | Potencia Total (W) |
|-------------------------------|----------------------------|-----------------|---------------------------|
| | Calefacción 3800 W | 1 | 3.800 W |
| | Ventiladores 600 W | 3x4 | 7.200 W |
| | Ventanas con sonda 0,75 CV | 1x4 | 2.208 W |
| | Motor Pienso 1,5 CV | 4 | 4.416 W |
| | Cooling 500 W | 3 | 1.500 W |
| | Tomas monofásicas pasillo | 1 | 3.680 W |
| | TOTAL | | 22.804 W |

| Nave 4: Recría | Receptor | Cantidad | Potencia Total (W) |
|---------------------------|-----------------------------|-----------------|---------------------------|
| | Ventilación 600 W | 1x6 | 3.600 W |
| | Motor espiral pienso 1,5 CV | 2 | 2.208 W |
| | Ventilación (2) 600 W | 2 | 1.200 W |
| | Motor pienso 1,5 kW | 1 | 1.500 W |
| | Cooling 500 W | 2 | 1.000 W |
| | Tomas monofásicas pasillo | 1 | 3.680 W |
| | TOTAL | | 13.188 W |

TOTAL RECEPTORES DE FUERZA = 81,35 kW

2.3.4 Potencia total instalada

La siguiente tabla muestra las necesidades totales de potencia, desglosadas en iluminación y fuerza:

| Cuadro | Iluminación | Fuerza | TOTAL |
|---------------|--------------------|-----------------|------------------|
| CGMP-1 | 5,90 kW | 19,77 kW | 25,68 kW |
| CGMP-2 | 4,95 kW | 25,58 kW | 30,53 kW |
| CGMP-3 | 6,53 kW | 22,81 kW | 29,34 kW |
| CGMP-4 | 3,09 kW | 13,19 kW | 16,28 kW |
| Total | 20,48 kW | 81,35 kW | 101,83 kW |

2.3.5 Coeficiente de simultaneidad

Cabe indicar que la potencia máxima real que puede consumir la explotación en un momento dado nunca va a ser igual al total calculado. Esto se debe al propio funcionamiento de los equipos eléctricos y al manejo de la explotación.

Por lo tanto, la potencia contratada no será nunca igual a la potencia instalada puesto que en ningún momento se tendrán todos los receptores en marcha, ni todas las tomas de corriente en funcionamiento, de manera que se procede a hacer una estimación de la potencia a contratar en base a un coeficiente de simultaneidad, que en este caso se considera del 80 %.

La potencia instalada en cada uno de los circuitos, teniendo en cuenta los coeficientes aplicados resultará la siguiente.

| Cuadro | Potencia |
|---------------|-----------------|
| CGMP-1 | 20,54 kW |
| CGMP-2 | 24,42 kW |
| CGMP-3 | 23,47 kW |
| CGMP-4 | 13,03 kW |
| Total | 81,46 kW |

2.3.6 Potencia de cálculo

Como ya hemos mencionado anteriormente, la potencia total de cálculo será de 122,8 kW. Y será la resultante del sumatorio de las potencias con sus respectivos coeficientes según sean de alumbrado, motores, u otros usos.

2.3.7 Potencia máxima admisible

La potencia máxima admisible en la instalación según el Interruptor Magnetotérmico General de 300 Amperios, será de 207,9 kW.

La potencia máxima admisible en la instalación según la sección de 120 mm² del cable de la Acometida, cables unipolares de Aluminio XLPE bajo sendos tubos de Aluminio, será de 232,1 kW.

2.4 Cálculos luminotécnicos

En este apartado se va a calcular la iluminación interior necesaria en cada una de las naves, para ello se ha seguido en todo momento lo establecido en la ITC-BT-44, en la UNE-EN 12464-1 y en la UNE-EN 12464-2.

Para dicho alumbrado se utilizarán lámparas fluorescentes, debido a su bajo consumo eléctrico, a que poseen una vida útil más larga, y a su baja pérdida de energía en forma de calor. Además de aportar una gran luminosidad con menos vatios, que en otros tipos de luz, llegando a emitir entre 4 y 6 veces más que una lámpara incandescente de la misma potencia.

Para el cálculo de la iluminación interior de las naves se utiliza el método del coeficiente o factor de utilización, o método de los lúmenes, que permite determinar el número de lúmenes necesarios y una vez conocido calcular el número de lámparas y su distribución.

Los cálculos se han comprobado con el programa informático Dialux, por lo que se han tenido que seleccionar unas luminarias en concreto, así como su fabricante. Se utilizaran tres tipos de luminarias para la iluminación interior de la nave en función de la actividad que se desarrolle:

- Para iluminar la zona de almacén, así como las distintas naves en las que se encuentra ganado, que en algunos casos tienen una altura elevada, se utilizarán las luminarias tipo PHILIPS TCW060 2X36W. Este tipo de lámparas tienen un elevado rendimiento luminoso y una larga vida media. Las luminarias integran en su interior todo el equipo de arrancada y de compensación del factor de potencia.
- Para los despachos, la recepción, las oficinas, el archivo y la sala de descanso se utilizaran las luminarias de tipo PHILIPS TBS165 G 4x15W HFS C6, una luminaria funcional de montaje empotrado para 4 lámparas fluorescentes de 15 W. Un sistema de conexión externo permite realizar la conexión eléctrica sin abrir la luminaria.
- Para los aseos y vestuarios se ha optado por luminarias del tipo Downlight, modelo PHILIPS FBH058 2x13W. Es un tipo de luminaria empotrada en el techo con lámparas compactas fluorescentes PL-C, con clips para una instalación rápida y sencilla y que dirige el flujo luminoso hacia abajo, con bombillas de bajo consumo de 13 W. Se suministra en kits listos para instalar que incluyen lámparas, cristal y cajas porta equipos independientes preconectadas.

2.4.1 Cálculo del número de luminarias

El proceso a seguir viene dado por los siguientes pasos:

1) Elección del nivel de iluminación recomendado en cada caso:

En nuestro caso, necesitaremos una iluminación mínima de 50 lux en las naves donde se encuentre el ganado, aunque este valor puede variar según la Nave y el desarrollo que haya en ella. Además en la Nave de oficinas y almacén este valor será más elevado, siempre respetando lo indicado en la UNE-EN 12464-1.

2) Altura de colocación de las luminarias:

Cuando la luminaria está empotrada, esta altura equivale a la altura del local (H). En luminarias suspendidas la altura óptima se determina a partir de la siguiente fórmula:

$$h = x \cdot h'$$

Dónde:

- h: Distancia entre plano de trabajo y luminarias.
- h': Distancia entre plano de trabajo y techo.

3) Cálculo del índice K del local:

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

Dónde:

- K: Índice del local.
- a, b: Dimensiones de la planta del local.
- h: Distancia entre plano de trabajo y luminarias

4) Determinación del rendimiento de la luminaria (η_L):

$\eta_L = 0,85$, estimado.

5) Tipo de luminaria según el porcentaje de flujo luminoso, que depende de la altura del local:

- Intensiva: > 10 m
- Semi-intensiva: 6-10 m
- Semi-extensiva o dispersora: 4-6 m
- Extensiva: < 4 m

6) Determinación del rendimiento del local (η_R).

Fijado en tablas en función del tipo de luminaria, índice del local y reflectancias de techos, paredes y suelo. Además de tener en cuenta la altura del plano de trabajo, la cual variará según la estancia y el trabajo que se desarrolle, desde 0,85 m al suelo.

7) Determinación del factor de mantenimiento (f_m):

- Locales limpios = 0,8
- Locales normales = 0,7
- Locales sucios = 0,6

Un nave porcina se considera local sucio, por lo tanto $f_m = 0,6$, excepto para el despacho y la sala de entrada, que será de 0,7.

8) Cálculo del flujo luminoso total en base a la fórmula siguiente:

Dónde:

- F_t : Flujo luminoso a emitir (lúmenes)
- E_m : Nivel de iluminación recomendado (luxes)
- S : Superficie a iluminar (m^2)
- η_L : Rendimiento de la luminaria
- η_R : Rendimiento del local
- f_m : Factor de mantenimiento

9) Cálculo del número de luminarias. Se determina mediante la expresión que se refleja a continuación:

$$N^{\circ} \text{ luminarias} = F_{\text{total}} / F_{\text{luminaria}}$$

Redondeándose al alza para obtener una disposición regular. Para una distribución más homogénea se buscará adecuar las características de la sala al número de luminarias para una mejor distribución de las mismas.

10) Distancia máxima (d) entre luminarias. Según el tipo de distribución luminosa:

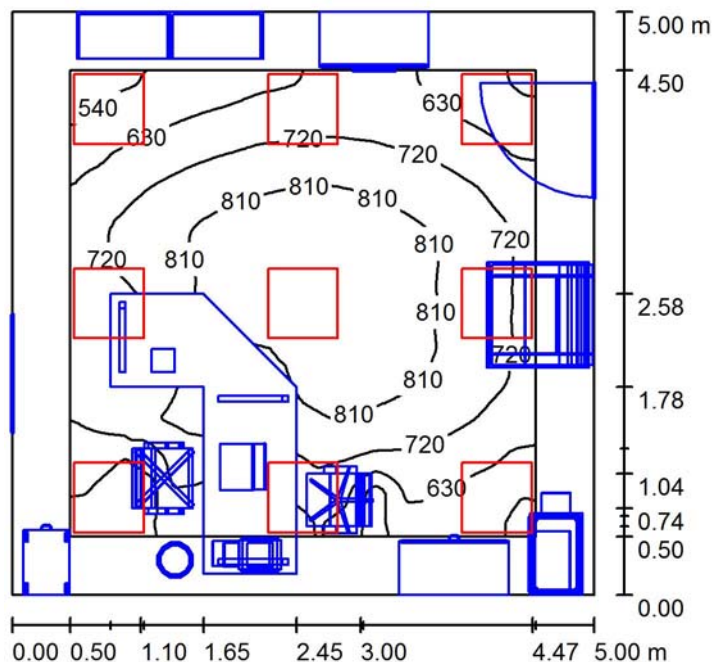
- Intensiva: $d < 1,2 \cdot h$
- Semi-intensiva, semi-extensiva o dispersora: $d < 1,5 \cdot h$
- Extensiva: $d < 1,6 \cdot h$

11) Por último, se realizan las comprobaciones del flujo luminoso total (F_t), la distancia máxima en ambas direcciones y la potencia total a instalar.

- $N^{\circ} \text{ luminarias} \cdot F_{\text{luminaria}} (lm) > \text{Flujo luminoso a emitir}$
- Ancho: $\text{Ancho (m)} / \text{luminarias} < \text{Distancia máxima (d)}$
- Largo: $\text{Largo (m)} / \text{luminarias} < \text{Distancia máxima (d)}$
- Potencia instalada: $N^{\circ} \text{ luminarias} \cdot P_{\text{luminarias}} \rightarrow w/m^2$

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Despacho 1 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.051 m, Factor mantenimiento: 0.67

Valores en Lux, Escala 1:65

| Superficie | ρ [%] | E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{max} [lx] | E_{min} / E_m |
|-------------|------------|------------|----------------|----------------|-----------------|
| Plano útil | / | 713 | 430 | 879 | 0.603 |
| Suelo | 25 | 418 | 31 | 732 | 0.073 |
| Techo | 70 | 149 | 116 | 192 | 0.776 |
| Paredes (4) | 50 | 248 | 17 | 521 | / |

Plano útil:

Altura: 0.700 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.500 m

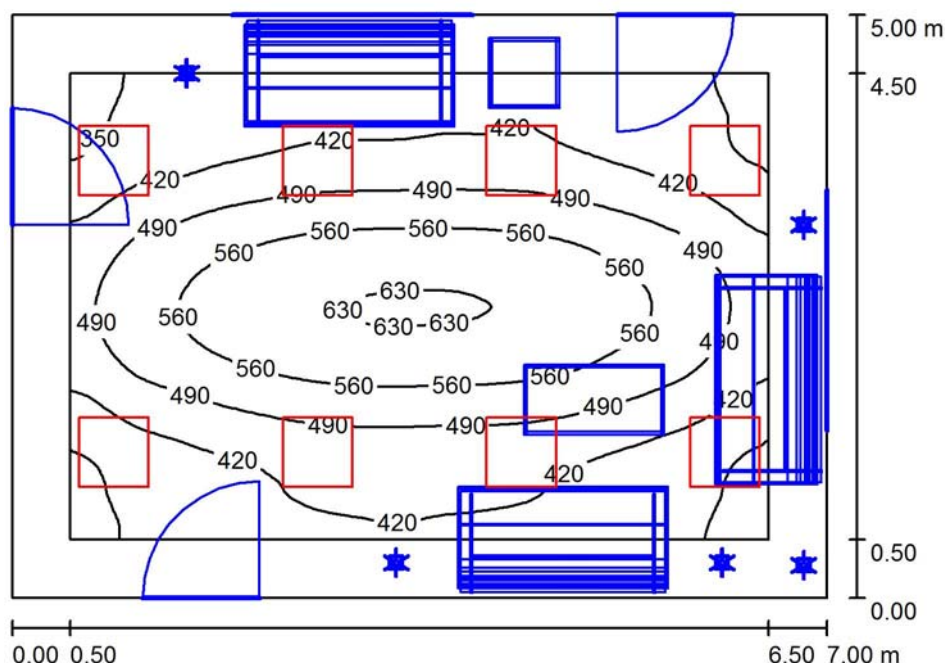
Lista de piezas - Luminarias

| Nº | Pieza | Designación (Factor de corrección) | Φ (Luminaria) [lm] | Φ (Lámparas) [lm] | P [W] |
|--------|-------|---|-------------------------|------------------------|-------|
| 1 | 9 | PHILIPS TBS165 G 4xTL5-14W HFS C6 (1.000) | 3500 | 5000 | 63.0 |
| Total: | | | 31500 | 45000 | 567.0 |

Valor de eficiencia energética: $22.68 \text{ W/m}^2 = 3.18 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 25.00 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de Entrada / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.051 m, Factor mantenimiento: 0.67

Valores en Lux, Escala 1:65

| Superficie | ρ [%] | E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{max} [lx] | E_{min} / E_m |
|-------------|------------|------------|----------------|----------------|-----------------|
| Plano útil | / | 469 | 315 | 637 | 0.671 |
| Suelo | 25 | 330 | 27 | 557 | 0.083 |
| Techo | 70 | 94 | 70 | 109 | 0.740 |
| Paredes (4) | 50 | 173 | 30 | 384 | / |

Plano útil:

Altura: 0.500 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.500 m

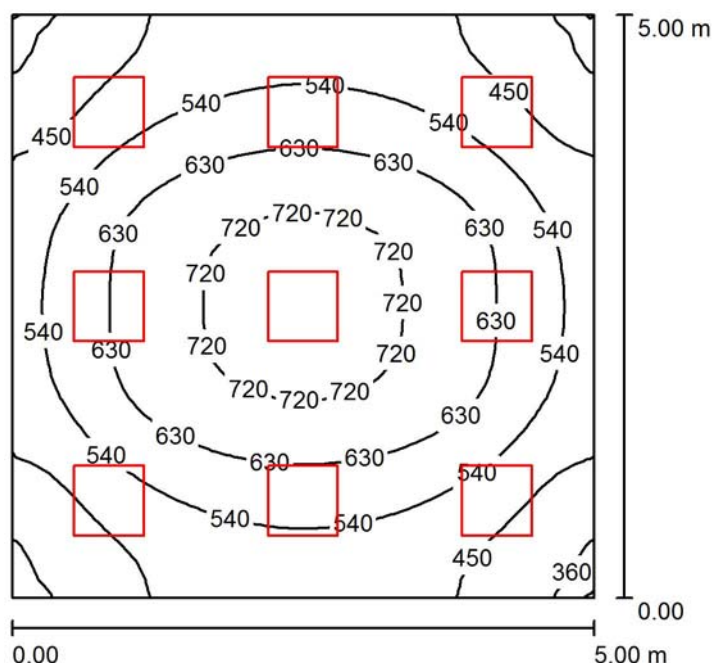
Lista de piezas - Luminarias

| Nº | Pieza | Designación (Factor de corrección) | Φ (Luminaria) [lm] | Φ (Lámparas) [lm] | P [W] |
|--------|-------|---|-------------------------|------------------------|-------|
| 1 | 8 | PHILIPS TBS165 G 4xTL5-14W HFS C6 (1.000) | 3500 | 5000 | 63.0 |
| Total: | | | 28000 | 40000 | 504.0 |

Valor de eficiencia energética: $14.40 \text{ W/m}^2 = 3.07 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 35.00 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Despachos / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.097 m, Factor mantenimiento: 0.60

Valores en Lux, Escala 1:65

| Superficie | ρ [%] | E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{max} [lx] | E_{min} / E_m |
|-------------|------------|------------|----------------|----------------|-----------------|
| Plano útil | / | 564 | 346 | 751 | 0.613 |
| Suelo | 25 | 511 | 336 | 661 | 0.658 |
| Techo | 70 | 131 | 106 | 145 | 0.805 |
| Paredes (4) | 50 | 276 | 106 | 451 | / |

Plano útil:

Altura: 0.500 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 15
Pared inferior 15
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria

17
17

Lista de piezas - Luminarias

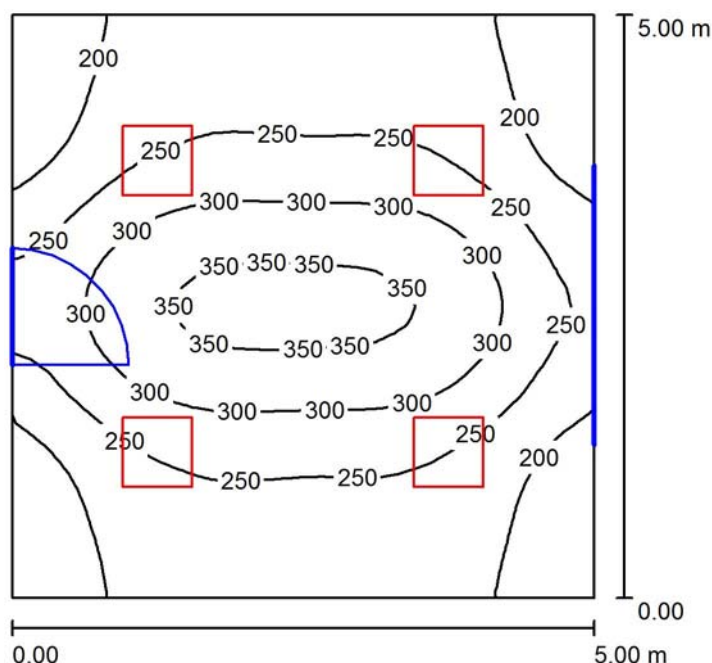
| Nº | Pieza | Designación (Factor de corrección) | Φ (Luminaria) [lm] | Φ (Lámparas) [lm] | P [W] |
|--------|-------|---|-------------------------|------------------------|-------|
| 1 | 9 | PHILIPS TBS165 G 4xTL5-14W HFS C6 (1.000) | 3500 | 5000 | 63.0 |
| Total: | | | 31500 | 45000 | 567.0 |

Valor de eficiencia energética: $22.68 \text{ W/m}^2 = 4.02 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 25.00 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala Descanso / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.097 m, Factor mantenimiento: 0.60

Valores en Lux, Escala 1:65

| Superficie | ρ [%] | E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{max} [lx] | E_{min} / E_m |
|-------------|------------|------------|----------------|----------------|-----------------|
| Plano útil | / | 254 | 159 | 366 | 0.624 |
| Suelo | 25 | 230 | 151 | 314 | 0.656 |
| Techo | 70 | 53 | 41 | 62 | 0.771 |
| Paredes (4) | 50 | 114 | 39 | 201 | / |

Plano útil:

Altura: 0.500 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 15
Pared inferior 15
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

15
15

Tran

17
17

al eje de luminaria

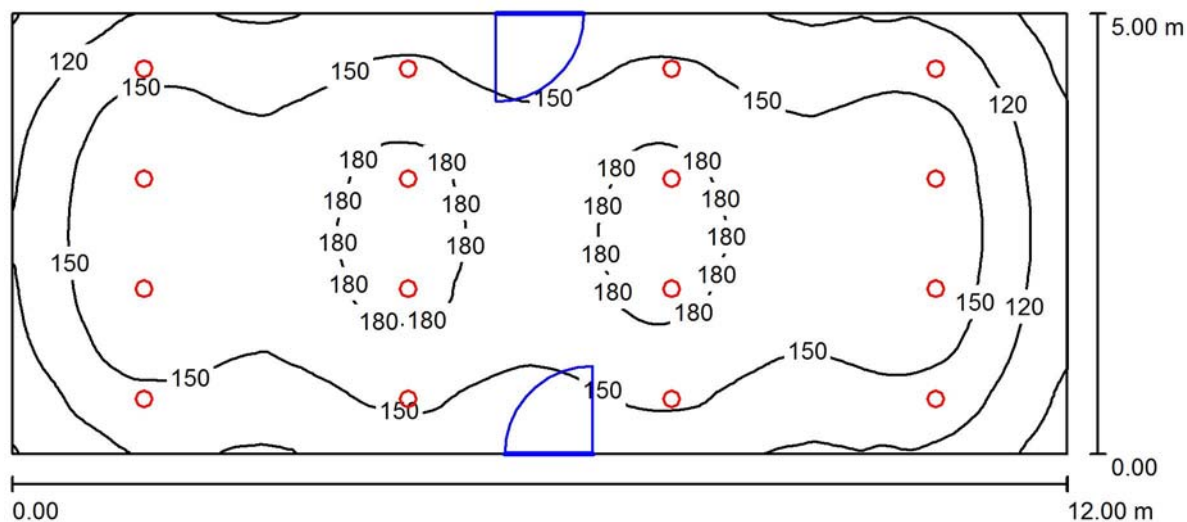
Lista de piezas - Luminarias

| Nº | Pieza | Designación (Factor de corrección) | Φ (Luminaria) [lm] | Φ (Lámparas) [lm] | P [W] |
|--------|-------|---|-------------------------|------------------------|-------|
| 1 | 4 | PHILIPS TBS165 G 4xTL5-14W HFS C6 (1.000) | 3500 | 5000 | 63.0 |
| Total: | | | 14000 | 20000 | 252.0 |

Valor de eficiencia energética: $10.08 \text{ W/m}^2 = 3.96 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 25.00 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseos y Vestuarios / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.097 m, Factor mantenimiento: 0.67

Valores en Lux, Escala 1:86

| Superficie | ρ [%] | E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{max} [lx] | E_{min} / E_m |
|-------------|------------|------------|----------------|----------------|-----------------|
| Plano útil | / | 151 | 77 | 190 | 0.509 |
| Suelo | 25 | 142 | 79 | 173 | 0.556 |
| Techo | 70 | 39 | 26 | 1625 | 0.659 |
| Paredes (4) | 50 | 73 | 27 | 216 | / |

Plano útil:

Altura: 0.500 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

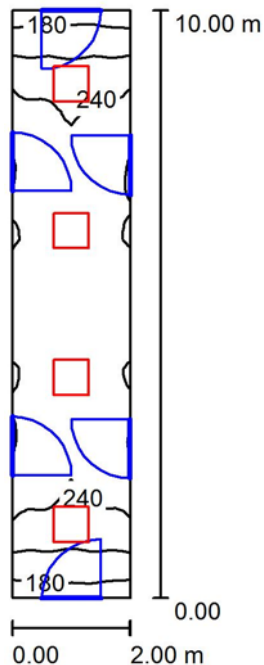
| N° | Pieza | Designación (Factor de corrección) | Φ (Luminaria) [lm] | Φ (Lámparas) [lm] | P [W] |
|--------|-------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|-------|
| 1 | 16 | PHILIPS FBH058 2xPL-C/2P13W (1.000) | 1008 | 1800 | 34.6 |
| Total: | | | 16128 | 28800 | 553.6 |

Valor de eficiencia energética: $9.23 \text{ W/m}^2 = 6.12 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 60.00 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.097 m, Factor mantenimiento: 0.60

Valores en Lux, Escala 1:129

| Superficie | ρ [%] | E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{max} [lx] | E_{min} / E_m |
|-------------|------------|------------|----------------|----------------|-----------------|
| Plano útil | / | 242 | 166 | 276 | 0.685 |
| Suelo | 25 | 208 | 150 | 248 | 0.719 |
| Techo | 70 | 63 | 45 | 72 | 0.721 |
| Paredes (4) | 50 | 140 | 46 | 288 | / |

| Plano útil: | | UGR | Longi- | Tran | al eje de luminaria |
|----------------|----------------|--------------------|--------|------|---------------------|
| Altura: | 0.500 m | Pared izq | 15 | 17 | |
| Trama: | 64 x 16 Puntos | Pared inferior | 15 | 16 | |
| Zona marginal: | 0.000 m | (CIE, SHR = 0.25.) | | | |

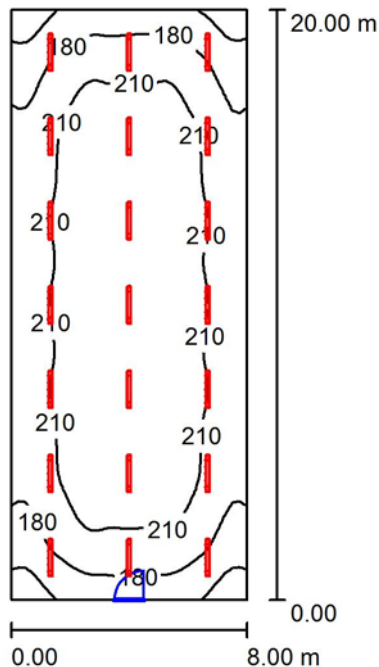
Lista de piezas - Luminarias

| Nº | Pieza | Designación (Factor de corrección) | Φ (Luminaria) [lm] | Φ (Lámparas) [lm] | P [W] |
|--------|-------|---|-------------------------|------------------------|-------|
| 1 | 4 | PHILIPS TBS165 G 4xTL5-14W HFS C6 (1.000) | 3500 | 5000 | 63.0 |
| Total: | | | 14000 | 20000 | 252.0 |

Valor de eficiencia energética: $12.60 \text{ W/m}^2 = 5.21 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 20.00 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.50

Valores en Lux, Escala 1:257

| Superficie | ρ [%] | E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{max} [lx] | E_{min} / E_m |
|-------------|------------|------------|----------------|----------------|-----------------|
| Plano útil | / | 204 | 131 | 237 | 0.644 |
| Suelo | 20 | 204 | 132 | 237 | 0.648 |
| Techo | 70 | 86 | 53 | 234 | 0.612 |
| Paredes (4) | 50 | 163 | 89 | 254 | / |

Plano útil:

| | |
|----------------|----------------|
| Altura: | 0.000 m |
| Trama: | 64 x 32 Puntos |
| Zona marginal: | 0.000 m |

UGR

Pared izq
Pared inferior
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

23
26

Tran

20
20

al eje de luminaria

Lista de piezas - Luminarias

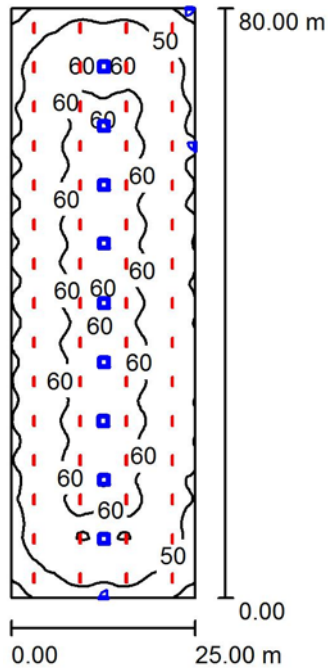
| Nº | Pieza | Designación (Factor de corrección) | Φ (Luminaria) [lm] | Φ (Lámparas) [lm] | P [W] |
|----|-------|-------------------------------------|--------------------|-------------------|--------|
| 1 | 21 | PHILIPS TCW060 2xTL-D36W HF (1.000) | 4221 | 6700 | 72.0 |
| | | | Total: 88641 | Total: 140700 | 1512.0 |

Valor de eficiencia energética: $9.45 \text{ W/m}^2 = 4.63 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 160.00 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Nave Gestación / Resumen



Altura del local: 5.000 m, Altura de montaje: 5.000 m, Factor mantenimiento: 0.50

Valores en Lux, Escala 1:1028

| Superficie | ρ [%] | E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{max} [lx] | E_{min} / E_m |
|-------------|------------|------------|----------------|----------------|-----------------|
| Plano útil | / | 56 | 36 | 64 | 0.640 |
| Suelo | 20 | 56 | 36 | 64 | 0.633 |
| Techo | 70 | 21 | 12 | 170 | 0.588 |
| Paredes (4) | 50 | 44 | 21 | 60 | / |

Plano útil:

Altura: 0.000 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

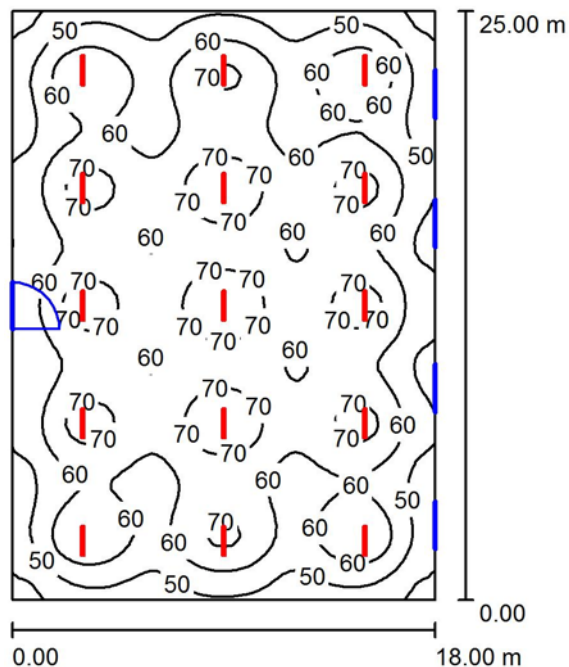
| Nº | Pieza | Designación (Factor de corrección) | Φ (Luminaria) [lm] | Φ (Lámparas) [lm] | P [W] |
|--------|-------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|--------|
| 1 | 60 | PHILIPS TCW060 2xTL-D36W HF (1.000) | 4221 | 6700 | 72.0 |
| Total: | | | 253260 | 402000 | 4320.0 |

Valor de eficiencia energética: $2.16 \text{ W/m}^2 = 3.85 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 2000.00 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala Maternidad 1 / Resumen



Altura del local: 3.500 m, Altura de montaje: 3.500 m, Factor mantenimiento: 0.50

Valores en Lux, Escala 1:322

| Superficie | ρ [%] | E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{max} [lx] | E_{min} / E_m |
|-------------|------------|------------|----------------|----------------|-----------------|
| Plano útil | / | 60 | 36 | 79 | 0.603 |
| Suelo | 20 | 60 | 36 | 79 | 0.596 |
| Techo | 70 | 22 | 14 | 184 | 0.613 |
| Paredes (4) | 50 | 43 | 23 | 60 | / |

Plano útil:

Altura: 0.000 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 26
Pared inferior 26
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

26
26

Tran

21
21

al eje de luminaria

Lista de piezas - Luminarias

| Nº | Pieza | Designación (Factor de corrección) | Φ (Luminaria) [lm] | Φ (Lámparas) [lm] | P [W] |
|--------|-------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|--------|
| 1 | 15 | PHILIPS TCW060 2xTL-D36W HF (1.000) | 4221 | 6700 | 72.0 |
| Total: | | | 63315 | 100500 | 1080.0 |

Valor de eficiencia energética: $2.40 \text{ W/m}^2 = 3.97 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 450.00 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo / Resumen



Altura del local: 3.500 m, Altura de montaje: 3.500 m, Factor mantenimiento: 0.50

Valores en Lux, Escala 1:1289

| Superficie | ρ [%] | E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{max} [lx] | E_{min} / E_m |
|-------------|------------|------------|----------------|----------------|-----------------|
| Plano útil | / | 82 | 57 | 99 | 0.692 |
| Suelo | 20 | 72 | 55 | 84 | 0.757 |
| Techo | 70 | 56 | 25 | 211 | 0.436 |
| Paredes (4) | 50 | 75 | 31 | 271 | / |

Plano útil:

Altura: 0.500 m
Trama: 128 x 8 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

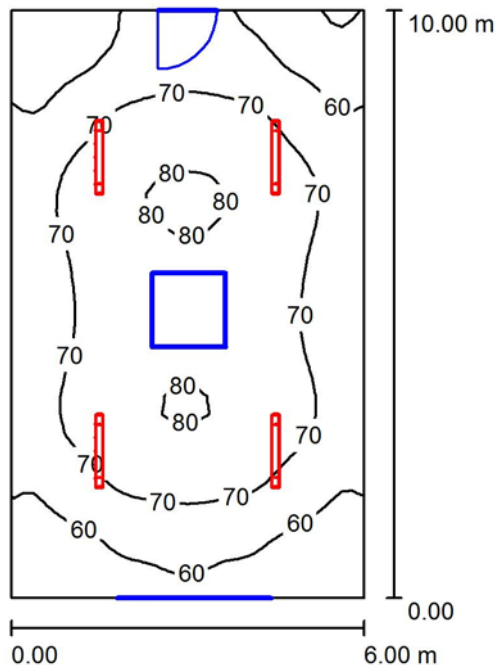
| Nº | Pieza | Designación (Factor de corrección) | Φ (Luminaria) [lm] | Φ (Lámparas) [lm] | P [W] |
|--------|-------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|--------|
| 1 | 20 | PHILIPS TCW060 2xTL-D36W HF (1.000) | 4221 | 6700 | 72.0 |
| Total: | | | 84420 | 134000 | 1440.0 |

Valor de eficiencia energética: $7.20 \text{ W/m}^2 = 8.82 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 200.00 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Iluminación (1) / Resumen



Altura del local: 4.500 m, Altura de montaje: 4.500 m, Factor mantenimiento: 0.50

Valores en Lux, Escala 1:129

| Superficie | ρ [%] | E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{max} [lx] | E_{min} / E_m |
|-------------|------------|------------|----------------|----------------|-----------------|
| Plano útil | / | 68 | 48 | 81 | 0.708 |
| Suelo | 20 | 68 | 48 | 81 | 0.706 |
| Techo | 70 | 40 | 22 | 199 | 0.552 |
| Paredes (4) | 50 | 60 | 35 | 155 | / |

Plano útil:

Altura: 0.000 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 19
Pared inferior 21
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

19
21

Tran

17
17

al eje de luminaria

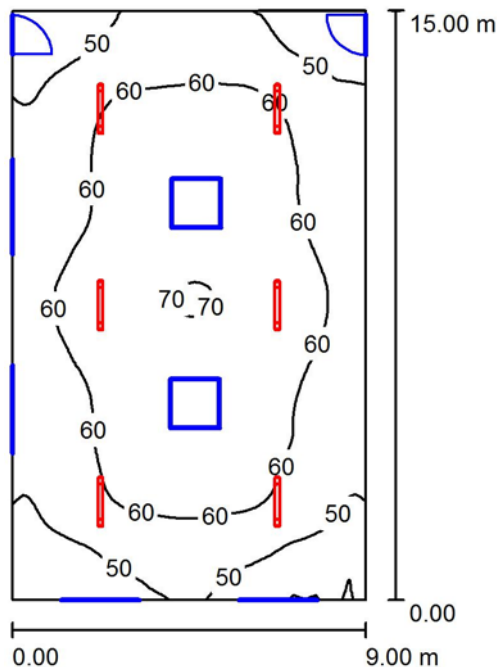
Lista de piezas - Luminarias

| Nº | Pieza | Designación (Factor de corrección) | Φ (Luminaria) [lm] | Φ (Lámparas) [lm] | P [W] |
|--------|-------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|-------|
| 1 | 4 | PHILIPS TCW060 2xTL-D36W HF (1.000) | 4221 | 6700 | 72.0 |
| Total: | | | 16884 | 26800 | 288.0 |

Valor de eficiencia energética: $4.80 \text{ W/m}^2 = 7.03 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 60.00 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Iluminación (2) / Resumen



Altura del local: 4.500 m, Altura de montaje: 4.500 m, Factor mantenimiento: 0.50

Valores en Lux, Escala 1:193

| Superficie | ρ [%] | E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{max} [lx] | E_{min} / E_m |
|-------------|------------|------------|----------------|----------------|-----------------|
| Plano útil | / | 58 | 39 | 71 | 0.672 |
| Suelo | 20 | 58 | 38 | 71 | 0.662 |
| Techo | 70 | 28 | 16 | 188 | 0.583 |
| Paredes (4) | 50 | 47 | 27 | 82 | / |

Plano útil:

Altura: 0.000 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 21
Pared inferior 22
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

21
22

Tran

19
18

al eje de luminaria

Lista de piezas - Luminarias

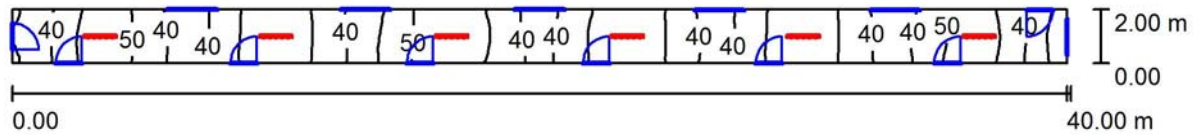
| Nº | Pieza | Designación (Factor de corrección) | Φ (Luminaria) [lm] | Φ (Lámparas) [lm] | P [W] |
|--------|-------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|-------|
| 1 | 6 | PHILIPS TCW060 2xTL-D36W HF (1.000) | 4221 | 6700 | 72.0 |
| Total: | | | 25326 | 40200 | 432.0 |

Valor de eficiencia energética: $3.20 \text{ W/m}^2 = 5.51 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 135.00 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo / Resumen



Altura del local: 4.500 m, Altura de montaje: 4.500 m, Factor mantenimiento: 0.50

Valores en Lux, Escala 1:286

| Superficie | ρ [%] | E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{max} [lx] | E_{min} / E_m |
|-------------|------------|------------|----------------|----------------|-----------------|
| Plano útil | / | 46 | 26 | 58 | 0.554 |
| Suelo | 20 | 42 | 27 | 50 | 0.655 |
| Techo | 70 | 41 | 13 | 212 | 0.319 |
| Paredes (4) | 50 | 48 | 13 | 266 | / |

Plano útil:

Altura: 0.500 m
Trama: 128 x 8 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

| N° | Pieza | Designación (Factor de corrección) | Φ (Luminaria) [lm] | Φ (Lámparas) [lm] | P [W] |
|--------|-------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|-------|
| 1 | 6 | PHILIPS TCW060 2xTL-D36W HF (1.000) | 4221 | 6700 | 72.0 |
| Total: | | | 25326 | 40200 | 432.0 |

Valor de eficiencia energética: $5.40 \text{ W/m}^2 = 11.69 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 80.00 m^2)

2.4.1.1 Iluminación Exterior

Se opta para la iluminación exterior por lámparas de vapor de sodio de alta presión de 98 W (14.000 lm), y se colocarán encima de la puerta principal de todas las naves y del almacén. También se colocarán dos lámparas en la puerta de entrada de la explotación, junto a la verja. Es decir, un total de 13 lámparas en la explotación.

2.4.1.2 Alumbrado de Emergencia

El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal.

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux.

En concreto, se utilizarán luminarias de la marca DISANO. Estas luminarias disponen de varias referencias las cuales varían en cuanto a lúmenes proporcionados (240 en nuestro caso), autonomía (1 hora en nuestro caso), potencia de las lámparas de (20,4 W en nuestro caso), índices de protección y tipo de acumuladores de carga.

* Adicionalmente, como ya hemos comentado anteriormente, todos los cálculos que se han realizado, tanto para el alumbrado interior, como el de emergencia, están comprobados y verificados con el programa informático Dialux, con sus correspondientes archivos en el Anexo 3 del CD de este proyecto.

2.5 Cálculos eléctricos: alumbrado y fuerza motriz

A continuación tenemos un resumen de todas las secciones y canalizaciones necesarias para nuestra instalación. En el Anexo 2 del CD de este proyecto están los cálculos totalmente desarrollados para cada circuito, así como una hoja Excel a modo resumen con todos los datos utilizados y los resultados obtenidos.

2.5.1 Cálculo de la sección de los conductores y diámetro de los tubos de canalización a utilizar en la línea de alimentación al cuadro general y secundarios

Para el cálculo de la Acometida se tomarán los siguientes valores:

- Acometida enterrada.
- Cables unipolares de AL XLPE bajo sendos tubos (factor de corrección 0,9).
- Caída de tensión admisible: 5%
- Tª terreno: 30° C (factor de corrección 0,96).
- $\cos \varphi = 0,9$

Para el cálculo de las distintas derivaciones individuales se toman los siguientes valores:

- Derivación individual trifásica enterrada, en canalizaciones entubadas.
- Cables unipolares de Cu, XLPE, bajo mismo tubo (factor de corrección 0,8).
- Caída de tensión admisible: 1,5%
- Tª terreno: 30° C (factor de corrección 0,96).
- $\cos \varphi = 0,9$

| Cuadro | Sección (mm ²) | Ø TUBO (mm) |
|---|---|-------------|
| Acometida: TOTAL | (AL) 3F x 120 mm ² + 1N x 70 mm ² + 1P x 70 mm ² | 160 mm |
| Derivación Individual 1: Almacén y Oficina | 3F x 6 mm ² + 1N x 6 mm ² + 1P x 6 mm ² | 25 mm |
| Derivación Individual 2: Gestación | 3F x 10 mm ² + 1N x 10 mm ² + 1P x 10 mm ² | 32 mm |
| Derivación Individual 3: Maternidad | 3F x 10 mm ² + 1N x 10 mm ² + 1P x 10 mm ² | 32 mm |
| Derivación Individual 4: Recría | 3F x 16 mm ² + 1N x 16 mm ² + 1P x 16 mm ² | 40 mm |

2.5.2 Cálculo de la sección de los conductores y diámetro de los tubos o canalizaciones a utilizar en las líneas derivadas

Para el cálculo de las distintas líneas derivadas se toman los siguientes valores:

- Cables unipolares de Cu, XLPE, en tubos de montaje superficial.
- Caída de tensión admisible: 3% (alumbrado), 5% (otros receptores).
- T^a ambiente: 40° C.
- $\cos \varphi = 0,9$ y 0,85 para motores.

| Cuadro: Derivación Individual 1 | Sección (mm²) | Ø TUBO (mm) |
|--|--|--------------------|
| Bomba (variador) 1,5 CV | 1F x 2,5 mm ² + 1N x 2,5 mm ² + 1P x 2,5 mm ² | 20 mm |
| Caldera 1,5 CV | 1F x 2,5 mm ² + 1N x 2,5 mm ² + 1P x 2,5 mm ² | 20 mm |
| Refrigeración (Gestación) 3,3 KW | 1F x 4 mm ² + 1N x 4 mm ² + 1P x 4 mm ² | 20 mm |
| PSY + Ordenador 700 W | 1F x 1,5 mm ² + 1N x 1,5 mm ² + 1P x 1,5 mm ² | 16 mm |
| Iluminación Oficinas 1 (63 W) | 1F x 1,5 mm ² + 1N x 1,5 mm ² + 1P x 1,5 mm ² | 16 mm |
| Iluminación Oficinas 2 (63 W) | 1F x 1,5 mm ² + 1N x 1,5 mm ² + 1P x 1,5 mm ² | 16 mm |
| Iluminación Oficinas 3 (63 W) | 1F x 1,5 mm ² + 1N x 1,5 mm ² + 1P x 1,5 mm ² | 16 mm |
| Iluminación Aseos/Vestuarios (35 W) | 1F x 1,5 mm ² + 1N x 1,5 mm ² + 1P x 1,5 mm ² | 16 mm |
| Iluminación Almacén 1 (36 W) | 1F x 1,5 mm ² + 1N x 1,5 mm ² + 1P x 1,5 mm ² | 16 mm |
| Iluminación exterior (98 W) | 1F x 1,5 mm ² + 1N x 1,5 mm ² + 1P x 1,5 mm ² | 16 mm |
| Alumbrado Emergencia (18 W) | 1F x 1,5 mm ² + 1N x 1,5 mm ² + 1P x 1,5 mm ² | 16 mm |
| Aire Acondicionado (2.000 W) | 1F x 4 mm ² + 1N x 4 mm ² + 1P x 4 mm ² | 20 mm |
| Tomas de corriente monofásica 1 | 1F x 2,5 mm ² + 1N x 2,5 mm ² + 1P x 2,5 mm ² | 20 mm |
| Tomas de corriente monofásica 2 | 1F x 2,5 mm ² + 1N x 2,5 mm ² + 1P x 2,5 mm ² | 20 mm |

| Cuadro: Derivación Individual 2 | Sección (mm²) | Ø TUBO (mm) |
|--|--|--------------------|
| Iluminación 36 W | 1F x 2,5 mm ² + 1N x 2,5 mm ² + 1P x 2,5 mm ² | 20 mm |
| | 1F x 4 mm ² + 1N x 4 mm ² + 1P x 4 mm ² | 20 mm |
| | 1F x 6 mm ² + 1N x 6 mm ² + 1P x 6 mm ² | 25 mm |
| Iluminación exterior (98 W) | 1F x 1,5 mm ² + 1N x 1,5 mm ² + 1P x 1,5 mm ² | 16 mm |
| Alumbrado Emergencia (18 W) | 1F x 1,5 mm ² + 1N x 1,5 mm ² + 1P x 1,5 mm ² | 16 mm |
| Ventiladores gran caudal 1,5 CV | 1F x 4 mm ² + 1N x 4 mm ² + 1P x 4 mm ² | 20 mm |
| Chimeneas Ventilación 600 W | 1F x 6 mm ² + 1N x 6 mm ² + 1P x 6 mm ² | 25 mm |
| Motor Alimentación 1,5 CV | 1F x 2,5 mm ² + 1N x 2,5 mm ² + 1P x 2,5 mm ² | 20 mm |
| Tomas de corriente monofásicas | 1F x 2,5 mm ² + 1N x 2,5 mm ² + 1P x 2,5 mm ² | 20 mm |
| Tomas de corriente trifásicas | 3F x 2,5 mm ² + 1N x 2,5 mm ² + 1P x 2,5 mm ² | 20 mm |
| Comederos 100 W | 1F x 1,5 mm ² + 1N x 1,5 mm ² + 1P x 1,5 mm ² | 16 mm |

| Cuadro: Derivación Individual 3 | Sección (mm²) | Ø TUBO (mm) |
|--|---|--------------------|
| Calefacción 3800 W | 1F x 10 mm ² + 1N x 10 mm ² + 1P x 10 mm ² | 25 mm |
| Ventiladores 600 W | 1F x 1,5 mm ² + 1N x 1,5 mm ² + 1P x 1,5 mm ² | 16 mm |
| | 1F x 2,5 mm ² + 1N x 2,5 mm ² + 1P x 2,5 mm ² | 20 mm |
| | 1F x 2,5 mm ² + 1N x 2,5 mm ² + 1P x 2,5 mm ² | 20 mm |
| | 1F x 4 mm ² + 1N x 4 mm ² + 1P x 4 mm ² | 25 mm |
| Ventanas con sonda 0,75 CV | (x4) 1F x 1,5 mm ² + 1N x 1,5 mm ² + 1P x 1,5 mm ² | 16 mm x 4 |
| Iluminación 36 W | 1F x 1,5 mm ² + 1N x 1,5 mm ² + 1P x 1,5 mm ² | 16 mm |
| | 1F x 2,5 mm ² + 1N x 2,5 mm ² + 1P x 2,5 mm ² | 20 mm |
| | 1F x 4 mm ² + 1N x 4 mm ² + 1P x 4 mm ² | 20 mm |
| | 1F x 6 mm ² + 1N x 6 mm ² + 1P x 6 mm ² | 25 mm |
| Motor Pienso 1,5 CV | (x3) 1F x 1,5 mm ² + 1N x 1,5 mm ² + 1P x 1,5 mm ² | 16 mm x 3 |
| | 1F x 2,5 mm ² + 1N x 2,5 mm ² + 1P x 2,5 mm ² | 20 mm |
| Cooling 500 W | 1F x 2,5 mm ² + 1N x 2,5 mm ² + 1P x 2,5 mm ² | 20 mm |
| Iluminación pasillo 1 36 W | 1F x 1,5 mm ² + 1N x 1,5 mm ² + 1P x 1,5 mm ² | 16 mm |
| Iluminación pasillo 2 36W | 2F x 1,5 mm ² + 1N x 1,5 mm ² + 1P x 1,5 mm ² | 16 mm |
| Iluminación exterior (98 W) | 1F x 2,5 mm ² + 1N x 2,5 mm ² + 1P x 2,5 mm ² | 20 mm |
| Alumbrado Emergencia (18 W) | 1F x 1,5 mm ² + 1N x 1,5 mm ² + 1P x 1,5 mm ² | 16 mm |
| Tomas de corriente monofásicas pasillo | 1F x 2,5 mm ² + 1N x 2,5 mm ² + 1P x 2,5 mm ² | 20 mm |

| Cuadro: Derivación Individual 4 | Sección (mm²) | Ø TUBO (mm) |
|--|--|--------------------|
| Ventilación 600 W | 1F x 2,5 mm ² + 1N x 2,5 mm ² + 1P x 2,5 mm ² | 20 mm |
| Ventilación (2) 600 W | 1F x 1,5 mm ² + 1N x 1,5 mm ² + 1P x 1,5 mm ² | 16 mm |
| Iluminación 36 W | 1F x 4 mm ² + 1N x 4 mm ² + 1P x 4 mm ² | 20 mm |
| Iluminación (2) 36 W | 1F x 1,5 mm ² + 1N x 1,5 mm ² + 1P x 1,5 mm ² | 16 mm |
| Motor espiral pienso 1,5 CV | 1F x 2,5 mm ² + 1N x 2,5 mm ² + 1P x 2,5 mm ² | 20 mm |
| Motor pienso 1,5 kW | 1F x 2,5 mm ² + 1N x 2,5 mm ² + 1P x 2,5 mm ² | 20 mm |
| Cooling 500 W | 1F x 1,5 mm ² + 1N x 1,5 mm ² + 1P x 1,5 mm ² | 16 mm |
| Iluminación pasillo 36 W | 1F x 1,5 mm ² + 1N x 1,5 mm ² + 1P x 1,5 mm ² | 16 mm |
| Iluminación exterior (98 W) | 1F x 1,5 mm ² + 1N x 1,5 mm ² + 1P x 1,5 mm ² | 16 mm |
| Alumbrado Emergencia (18 W) | 1F x 1,5 mm ² + 1N x 1,5 mm ² + 1P x 1,5 mm ² | 16 mm |
| Tomas de corriente monofásicas pasillo | 1F x 2,5 mm ² + 1N x 2,5 mm ² + 1P x 2,5 mm ² | 20 mm |

2.5.3 Cálculo de las protecciones a instalar en las diferentes líneas

Siguiendo los criterios establecidos en la ITC-BT-22, todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Se instalara un interruptor automático en la cabecera del CGD, así como en los distintitos cuadros auxiliares.

También se instalarán interruptores automáticos de protección contra sobreintensidades de corriente o cortocircuito, también llamados PIAs, cuya función es aislar cada uno de los circuitos de la instalación donde aparecen defectos de sobreintensidad, sin que se vean afectados el resto circuitos de la instalación.

2.5.3.1 Sobrecargas

Para que las líneas queden protegidas ante sobrecargas, la protección debe cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:

$$I_{uso} \leq I_n \leq I_z \text{ cable}$$

$$I_{tc} \leq 1,45 \times I_z \text{ cable}$$

Dónde:

- I_{uso} : Intensidad de uso prevista para el circuito.
- I_n : Intensidad nominal del fusible o magnetotérmico.
- I_z : intensidad admisible del conductor o del cable.
- I_{tc} : Intensidad disparo del dispositivo a tiempo convencional.

Además se emplearan interruptores diferenciales para la protección contra contactos directos e indirectos, unido a la protección de la instalación de tierras, según lo establecido en la ITC-BT-24.

Los interruptores diferenciales se utilizan como protección complementaria de contactos directos, y son interruptores de corriente diferencial-residual.

La utilización de interruptores diferenciales se tiene que hacer con una red de toma de corriente de todos los receptores de la instalación. De esta manera cuando se produce un defecto a tierra, este interruptor desconecta la instalación (sólo el circuito donde se ha producido el defecto), actuando de forma inmediata, sin que dé tiempo a que la persona entre en contacto con el defecto.

La intensidad nominal de los interruptores diferenciales, será igual o mayor al interruptor automático al que siga y su sensibilidad será de 30 mA y 300mA, según se estime oportuno.

| Cuadro | I. cálculo (A) | I. Admisible (A) | I.A. (Nºpolos/A) | I. Diferencial (A / mA) |
|-------------------------------------|----------------|------------------|------------------|-------------------------|
| C.S. 1: Almacén y Oficina | 53,625 | 72 | IV/63 | 63 A / 300 mA |
| Bomba (variador) 1,5 CV | 12,7 | 23 | II/16 | 25 A / 300 mA |
| Caldera 1,5 CV | 12,7 | 23 | II/16 | 25 A / 300 mA |
| Refrigeración (Gestación) 3,3 KW | 21,1 | 31 | II/25 | 25 A / 300 mA |
| PSY + Ordenador 700 W | 3,38 | 16,5 | II/10 | 10 A / 30 mA |
| Iluminación Oficinas 1 (63 W) | 8,564 | 16,5 | II/10 | 40 A / 30 mA |
| Iluminación Oficinas 2 (63 W) | 8,564 | 16,5 | II/10 | |
| Iluminación Oficinas 3 (63 W) | 8,564 | 16,5 | II/10 | |
| Iluminación Aseos/Vestuarios (35 W) | 4,38 | 16,5 | II/10 | |
| Iluminación Almacén (36 W) | 11,83 | 16,5 | II/16 | 40 A / 30 mA |
| Iluminación Exterior (98 W) | 1,53 | 16,5 | II/10 | |
| Alumbrado Emergencia (18 W) | 1,739 | 16,5 | II/10 | |
| Aire Acondicionado | 20,46 | 31 | II/25 | 25 A / 300 mA |
| Tomas de corriente monofásica 1 | 16 | 23 | II/20 | 40 A / 30 mA |
| Tomas de corriente monofásica 2 | 16 | 23 | II/20 | |

| Cuadro | I. cálculo (A) | I. Admisible (A) | I.A. (Nºpolos/A) | I. Diferencial (A / mA) |
|---------------------------------|----------------|------------------|------------------|-------------------------|
| C.S. 2: Gestación | 63,747 | 96 | IV/80 | 80 A / 300 mA |
| Iluminación 36 W | 11,27 | 23 | II/16 | 63 A / 30 mA |
| | | 31 | II/20 | |
| | | 40 | II/25 | |
| Iluminación exterior (98 W) | 3,06 | 16,5 | II/6 | 25 A / 30 mA |
| Alumbrado Emergencia (18 W) | 1,13 | 16,5 | II/6 | |
| Comederos 100 W | 4,831 | 16,5 | II/10 | |
| Ventiladores gran caudal 1,5 CV | 12,7 | 31 | II/16 | 25 A / 300 mA |
| Chimeneas Ventilación 600 W | 28,39 | 40 | II/32 | 40 A / 300 mA |
| Motor Alimentación 1,5 CV | 12,7 | 23 | II/20 | 25 A / 300 mA |
| Tomas de corriente monofásicas | 16 | 23 | II/20 | 40 A / 30 mA |
| Tomas de corriente trifásicas | 16 | 23 | IV/20 | |

| Cuadro | I. cálculo (A) | I. Admisible (A) | I.A. (Nºpolos/A) | I. Diferencial (A / mA) |
|--|----------------|------------------|------------------|-------------------------|
| C.S. 3: Maternidad | 61,272 | 96 | IV/80 | 80 A / 300 mA |
| Calefacción 3800 W | 18,36 | 54 | II/32 | 40 A / 300 mA |
| Ventiladores 600 W | 9,97 | 16,5 | II/10 | 63 A / 300 mA |
| | | 23 | II/16 | |
| | | 23 | II/10 | |
| | | 31 | II/16 | |
| Ventanas con sonda 0,75 CV | 3,529 x 4 | 16,5 x 4 | II/10 x 4 | 40 A / 300 mA |
| Iluminación 36 W | 8,45 | 16,5 | II/10 | 63 A / 30 mA |
| | | 23 | II/16 | |
| | | 31 | II/20 | |
| | | 40 | II/20 | |
| Motor Pienso 1,5 CV | 7,06 | 16,5 x 3 | II/10 x 3 | 40 A / 300 mA |
| | | 23 | II/10 | |
| | | | | |
| Cooling 500 W | 8,31 | 23 | II/10 | 63 A / 30 mA |
| Iluminación pasillo 1 (36 W) | 5,63 | 16,5 | II/10 | |
| Iluminación pasillo 2 (36W) | 5,63 x 2 | 16,5 x 2 | II/10 x 2 | |
| Iluminación exterior (98 W) | 3,83 | 23 | II/10 | |
| Alumbrado Emergencia (18 W) | 1,39 | 16,5 | II/6 | |
| Tomas de corriente monofásicas pasillo | 16 | 23 | II/20 | 25 A / 30 mA |

| Cuadro | I. cálculo (A) | I. Admisible (A) | I.A. (Nºpolos/A) | I. Diferencial (A / mA) |
|--|----------------|------------------|------------------|-------------------------|
| C.S. 4: Recría | 34,00 | 125 | IV/50 | 63 A / 300 mA |
| Ventilación 600 W | 19,18 | 23 | II/20 | 40 A / 300 mA |
| Ventilación (2) 600 W | 6,9 | 16,5 | II/10 | |
| Iluminación 36 W | 13,52 | 31 | II/20 | 63 A / 30 mA |
| Iluminación (2) 36 W | 3,38 | 16,5 | II/10 | |
| Iluminación pasillo 36 W | 3,38 | 16,5 | II/10 | |
| Iluminación exterior (98 W) | 1,53 | 16,5 | II/10 | |
| Alumbrado Emergencia (18 W) | 1,478 | 16,5 | II/6 | |
| Motor espiral pienso 1,5 CV | 12,7 | 23 | II/16 | 40 A / 300 mA |
| Motor pienso 1,5 kW | 9,59 | 23 | II/10 | |
| Cooling 500 W | 5,75 | 16,5 | II/10 | |
| Tomas de corriente monofásicas pasillo | 16 | 23 | II/20 | 25 A / 30 mA |

| Cuadro | I. cálculo (A) | I. Admisible (A) | I.A. (Nºpolos/A) | I. Diferencial (A / mA) |
|-------------------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------------|
| Acometida: TOTAL | 267,26 A | 330 A | IV/300 A | 300 A / 300 mA |

2.5.3.2 Cortocircuitos

La Guía Técnica de Aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en su Anexo 3, propone un método simplificado para el cálculo de las corrientes de cortocircuito para el caso de que, como ocurre generalmente, se desconozca la impedancia del circuito de alimentación a la red.

En este caso para el cálculo correspondiente, se admiten los siguientes valores:

- Tensión secundaria: 400 V
- Potencia Transformador: 160 KVA
- Valor de impedancia: 0,0005 Ω
- Tensión de Cortocircuito: 4%

Se realizan los cálculos y comprobaciones necesarias con la ayuda de una hoja de cálculo en la que podemos introducir datos como distancias, material del conductor, aislante, o tipo de circuito; incluida en los Anexo 4 del CD de este proyecto.

Además para que las líneas queden protegidas ante posibles cortocircuitos, se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Para Curvas B: $I_{\text{protección}} \times 5 \leq I_{\text{cc mínima}}$
- Para Curvas C: $I_{\text{protección}} \times 10 \leq I_{\text{cc mínima}}$

| Cuadro | I.A. (Nºpolos/A) | Curva | Icc Max (A) | Icc Min (A) | PdC (kA) |
|-------------------------------------|---------------------|-------|----------------|----------------|-------------|
| NAVE 1: Almacén y Oficina | IV/63 | C | 2275 | 867 | 6 |
| Bomba (variador) 1,5 CV | II/16 | C | 1325 | 505 | 6 |
| Caldera 1,5 CV | II/16 | C | 1106 | 421 | 6 |
| Refrigeración (Gestación) 3,3 KW | II/25 | C | 2006 | 764 | 6 |
| PSY + Ordenador 700 W | II/10 | C | 949 | 361 | 6 |
| Iluminación Oficinas 1 (63 W) | II/10 | C | 516 | 197 | 6 |
| Iluminación Oficinas 2 (63 W) | II/10 | C | 516 | 197 | 6 |
| Iluminación Oficinas 3 (63 W) | II/10 | C | 516 | 197 | 6 |
| Iluminación Aseos/Vestuarios (35 W) | II/10 | C | 516 | 197 | 6 |
| Iluminación Almacén (36 W) | II/16 | C | 766 | 292 | 6 |
| Iluminación exterior (98 W) | II/10 | C | 642 | 244 | 6 |
| Alumbrado Emergencia (18 W) | II/10 | C | 409 | 156 | 6 |
| Aire Acondicionado | II/25 | C | 1075 | 409 | 6 |
| Tomas de corriente monofásica 1 | II/20 | C | 788 | 300 | 6 |
| Tomas de corriente monofásica 2 | II/20 | C | 788 | 300 | 6 |

| Cuadro | I.A. (Nºpolos/A) | Curva | Icc Max (A) | Icc Min (A) | PdC (kA) |
|---------------------------------|---------------------|-------|----------------|----------------|-------------|
| NAVE 2: Gestación | IV/80 | C | 2530 | 964 | 6 |
| Iluminación (36 W) | II/16 | C | 780 | 297 | 6 |
| | II/20 | C | 662 | 252 | 6 |
| | II/25 | C | 661 | 252 | 6 |
| Ventiladores gran caudal 1,5 CV | II/16 | C | 504 | 192 | 6 |
| Chimeneas Ventilación 600 W | II/32 | B | 756 | 288 | 6 |
| Motor Alimentación 1,5 CV | II/20 | C | 1204 | 458 | 6 |
| Tomas de corriente monofásicas | II/20 | C | 529 | 202 | 6 |
| Tomas de corriente trifásicas | IV/20 | C | 529 | 202 | 6 |
| Comederos 100 W | II/10 | C | 255 | 97 | 6 |
| Iluminación exterior (98 W) | II/6 | C | 203 | 77 | 6 |
| Alumbrado Emergencia (18 W) | II/6 | C | 168 | 64 | 6 |

| Cuadro | I.A. (Nºpolos/A) | Curva | Icc Max (A) | Icc Min (A) | PdC (kA) |
|--|---------------------|-------|----------------|----------------|-------------|
| NAVE 3: Maternidad | IV/80 | C | 2146 | 818 | 6 |
| Calefacción 3800 W | II/25 | C | 714 | 272 | 6 |
| Ventiladores 600 W | II/10 | C | 584 | 223 | 6 |
| | II/16 | C | 509 | 194 | 6 |
| | II/10 | C | 367 | 140 | 6 |
| | II/16 | C | 426 | 162 | 6 |
| Ventanas con sonda 0,75 CV | II/10 x 4 | C | 584 | 223 | 6 |
| Iluminación 36 W | II/10 | C | 584 | 223 | 6 |
| | II/16 | C | 509 | 194 | 6 |
| | II/16 | C | 534 | 204 | 6 |
| | II/20 | C | 583 | 522 | 6 |
| Motor Pienso 1,5 CV | II/10 x 3 | C | 584 | 223 | 6 |
| | II/10 | C | 287 | 109 | 6 |
| Cooling 500 W | II/10 | C | 314 | 120 | 6 |
| Iluminación pasillo 1 36 W | II/10 | C | 336 | 128 | 6 |
| Iluminación pasillo 2 36W | II/10 x 2 | C | 336 | 128 | 6 |
| Iluminación exterior (98 W) | II/10 | C | 264 | 100 | 6 |
| Alumbrado Emergencia (18 W) | II/6 | C | 159 | 61 | 6 |
| Tomas de corriente monofásicas pasillo | II/20 | B | 509 | 194 | 6 |

| Cuadro | I.A. (Nºpolos/A) | Curva | Icc Max (A) | Icc Min (A) | PdC (kA) |
|--|---------------------|-------|----------------|----------------|-------------|
| NAVE 4: Recría | IV/50 | C | 1401 | 534 | 6 |
| Ventilación 600 W | II/20 | C | 522 | 199 | 6 |
| Ventilación (2) 600 W | II/10 | C | 309 | 118 | 6 |
| Iluminación 36 W | II/20 | C | 642 | 245 | 6 |
| Iluminación (2) 36 W | II/10 | C | 267 | 102 | 6 |
| Iluminación pasillo 36 W | II/10 | C | 367 | 140 | 6 |
| Iluminación exterior (98 W) | II/10 | C | 309 | 118 | 6 |
| Alumbrado Emergencia (18 W) | II/6 | C | 210 | 80 | 6 |
| Motor espiral pienso 1,5 CV | II/16 | C | 450 | 172 | 6 |
| Motor pienso 1,5 kW | II/10 | C | 396 | 151 | 6 |
| Cooling 500 W | II/10 | C | 309 | 118 | 6 |
| Tomas de corriente monofásicas pasillo | II/20 | C | 522 | 199 | 6 |

| Cuadro | I.A. (Nºpolos/A) | Curva | Icc Max (A) | Icc Min (A) | PdC (kA) |
|--------------------------|---------------------|-------|----------------|----------------|-------------|
| ACOMETIDA (TOTAL) | IV/300 | B | 5348 | 2037 | 10 |

Se observa que el poder de corte en algunos casos es considerablemente superior a las corrientes máximas y mínimas de cortocircuito calculadas, esto es debido a que hoy en día la fabricación de interruptores magnetotérmicos con poder de corte inferior al seleccionado es prácticamente nula, por lo que se utilizan estos dispositivos aun pudiendo estar sobredimensionada la instalación.

Además para los interruptores generales de los cuadros se ha optado por elegir un poder de corte superior (10 kA), esto es debido a la necesidad de que haya una selectividad, lo cual también se puede conseguir con la regulación de las curvas de disparo de los interruptores de protección.

Se ha optado por la opción de utilizar interruptores con mayor capacidad de corte para que la selectividad sea más clara, ya que al ser solamente cuatro interruptores el coste económico no es significativo.

2.5.3.3 Armónicos

La mayor o menor presencia de armónicos puede acarrear numerosos problemas para la instalación, esto se mide con una magnitud conocida como Tasa de Distorsión Armónica (THD), para evitar esto se pueden tomar diferentes medidas:

- Sobredimensionamiento de conductores y pletinas.
- Utilización de transformadores de aislamiento de estrella-triángulo, con secundario en zig-zag o con doble secundario.
- Filtros pasivos como las impedancias antiarmónicas o los llamados “shunt resonantes”, formados por elementos pasivos como inductancias y condensadores. Filtros activos y convertidores “limpios”.
- Utilización de diferenciales “superinmunizados” calibrados para soportar altas tasas de THD.
- Separación de los elementos no lineales de las “cargas limpias” en una instalación eléctrica.
- Impedancias de alisado, conectadas a las cargas no lineales. Filtros en cargadores y alimentadores

En nuestro caso, además, se ha decidido mejorar el factor de potencia hasta un valor de 0,98 para aprovechar las ventajas que conlleva, y además evitar sobrecostos futuros en las facturas eléctricas. Teniendo los datos de potencia activa y factor de potencia de la nave se calculará la potencia reactiva a instalar.

$$\text{Potencia Activa} = 98.497 \text{ W}$$

$$\text{Intensidad} = 550,32 \text{ A}$$

$$\cos \phi = 0,88 \rightarrow 28,3576^\circ$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \sin \phi = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 550,32 \cdot \sin 28,3576 = 181.094,37 \text{ VAR}$$

Para un coseno de 0,98:

$$\cos \phi = 0,98 \rightarrow 11,478^\circ$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \sin \phi = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 550,32 \cdot \sin 11,478 = 75.870,12 \text{ VAR}$$

$$Q_{\text{bateria}} = 181.094,37 - 75.870,12 = 105.224,25 \text{ Var}$$

Por lo que se decide instalar una batería automática de condensadores, de 136 kVAR de potencia reactiva, de 6 escalones con una relación de potencia entre condensadores de 1:2:2:2:2:2

Para hallar la intensidad que va a circular por el cable que alimenta la batería de condensadores, se aplica la fórmula de la potencia reactiva:

$$Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \sin \phi \rightarrow I = \frac{Q}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \sin \phi} = \frac{105.224,25}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 151,88 \text{ A}$$

Por lo tanto la sección necesaria según la ITC-BT 19, para cables unipolares aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra, será de 50 mm².

Por otro lado, el valor del interruptor automático que debe proteger la batería de condensadores, se basa en la intensidad consumida por la batería de condensadores, multiplicado por un coeficiente de seguridad especificado en la ITC-BT 48 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, donde se establece que los aparatos de mando y protección deben soportar en régimen permanente de 1,5 a 1,8 veces la intensidad nominal; en este caso aplicaremos un coeficiente de 1,8 siendo el caso más desfavorable; obteniendo una intensidad de:

$$I' = I \cdot 1,8 = 151,878 \cdot 1,8 = 273,38 \text{ A}$$

La intensidad de cortocircuito será la de entrada del CGD Por lo tanto el interruptor magnetotérmico queda definido:

$$\text{III+N 400 V Calibre} = 300 - 300 \text{ A PdC} = 10 \text{ kA o superiores. Curva C}$$

2.5.3.4 Sobretensiones

Las sobretensiones transitorias son transmitidas por las redes de distribución.

Las sobretensiones tienen origen, normalmente, como consecuencia de las descargas atmosféricas, de conmutación de redes, y por defecto de las redes. Tal como se explica en el REBT en la ITC-BT-23.

Para hacer frente a estas sobretensiones transitorias se utiliza descargadores a tierra o líneas de toma de tierra.

En el presente proyecto, no se instalarán.

2.6 Cálculo de sistema de protección contra contactos indirectos

Los contactos indirectos ocurren cuando una persona entra en contacto con la masa, de toma a tierra, accidentalmente con una tensión.

Debe cumplir la relación:

- En locales secos: $R \leq (50 / I_s)$
- En locales húmedos o mojados: $R \leq (24 / I_s)$

Para evitar los contactos indirectos habrá que instalar un aparato o dispositivo que desconecte, o abra el circuito, cuando exista un contacto indirecto. Estos dispositivos son los interruptores diferenciales, que cuando detecta una fuga de corriente provoca la abertura del circuito.

Se instalarán interruptores diferenciales de diferentes sensibilidades según sea el caso (generalmente):

- En líneas de fuerza $I_s = 300 \text{ mA}$
- En líneas de alumbrado $I_s = 30 \text{ mA}$

2.6.1 Cálculo de la puesta a tierra

Al haber un total de cuatro naves, se realizará una puesta a tierra distinta para cada nave, estando así protegida cada una de ellas con independencia de las demás.

Para ello se realizará el mismo cálculo para cada una de las naves.

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de paso a tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

Según la ITC-BT 18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y tal como está explicado en la memoria del presente proyecto, la diferencia de tensión entre masa y tierra no debe ser nunca superior a 24 voltios en lugares húmedos o de 50 voltios en lugares secos.

Con el objetivo de hacer más segura la instalación y aunque la misma no sea un local especialmente húmedo, a la hora de calcular la puesta a tierra se ha de tener en cuenta el valor de 24 voltios.

El valor máximo de la resistencia a tierra se calcula según la siguiente expresión:

$$R_t \leq \frac{U_b}{I_s}$$

- R_t : Resistencia máxima de puesta a tierra (Ω).
- U_b : Tensión de contacto máxima admisible (24 V en instalaciones húmedas y 50 V en instalaciones secas).
- I_s : Sensibilidad del interruptor diferencial (300 mA).

Por lo tanto:

$$R_t \leq \frac{24}{0,3} = 80 \, \Omega$$

La tabla 3 de la ITC-BT-18 nos aporta unos valores orientativos de la resistividad en función del terreno. Tras haberse realizado un estudio previo del terreno, según el cual éste está compuesto por una mezcla de arcillas compactas, se comprueba en dicha tabla que su resistividad está comprendida entre 100 y 200 Ω m, por lo que se opta por el valor más elevado, estando en el caso más desfavorable.

NAVE 1:

El perímetro de la Nave 1 (Oficinas y Almacén) es de unos 80 m, luego la resistencia del anillo de tierra es:

$$R_{\text{anillo}} = \frac{2 \cdot \rho}{L} = \frac{2 \cdot 200}{80} = 5 \, \Omega$$

Se utilizarán picas consistentes en barras de cobre de Dext > 14 mm a modo de electrodos teniendo en cuenta que su longitud deberá ser superior o igual a 2 m y que la separación entre picas debe ser superior a su longitud.

La longitud de las picas se establece según la fórmula que sigue:

$$L = \rho / R_t$$

Dónde:

- L: Longitud de la pica vertical (m)
- Rt: Resistencia máxima de la puesta a tierra (Ω)
- ρ : resistividad del terreno (200 Ω m, considerando terraplenes).

Por tanto:

$$L = 200/80 = 2,5 \text{ metros}$$

NAVE 2:

El perímetro de la Nave 1 (Oficinas y Almacén) es de unos 80 m, luego la resistencia del anillo de tierra es:

$$R_{\text{anillo}} = \frac{2 \cdot \rho}{L} = \frac{2 \cdot 200}{210} = 1,9 \Omega$$

$$L = 200/80 = 2,5 \text{ metros}$$

NAVE 3:

El perímetro de la Nave 1 (Oficinas y Almacén) es de unos 80 m, luego la resistencia del anillo de tierra es:

$$R_{\text{anillo}} = \frac{2 \cdot \rho}{L} = \frac{2 \cdot 200}{230} = 1,74 \Omega$$

$$L = 200/80 = 2,5 \text{ metros}$$

NAVE 4:

El perímetro de la Nave 1 (Oficinas y Almacén) es de unos 80 m, luego la resistencia del anillo de tierra es:

$$R_{\text{anillo}} = \frac{2 \cdot \rho}{L} = \frac{2 \cdot 200}{130} = 3,07 \Omega$$

$$L = 200/80 = 2,5 \text{ metros}$$

El valor de resistencia obtenido anteriormente, en cada una de las naves, está dentro de lo permitido para garantizar la seguridad de las personas, aun así se ha decidido instalar un electrodo que estará formado por 4 picas de toma de tierra de cobre de 14 mm y de 2,5 m de longitud, separadas una distancia de 2,5 m como mínimo en cada uno de los cuadros.

A esta red de puesta a tierra se conectarán las masas de todos los equipos eléctricos, en cada una de las naves. La toma de tierra se realizará con cable desnudo trenzado de cobre electrolítico de 35 mm², formando un anillo con las armaduras de los pilares, pilares metálicos, mallazo y piquetas. La conexión del cable de tierra a cada una de las partes metálicas de la cimentación y piquetas se realizará con bridas de conexión.

Pondremos en contacto el cuadro general de cada una de las naves, con el punto de puesta a tierra, con un cable unipolar de cobre con aislamiento de XLPE y Tensión asignada de 0,6/1 kV, de sección de 35 mm², a este cable lo llamaremos, línea principal de tierra.

DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE CONDICIONES

| | |
|--|-----|
| 3.1 Condiciones de los materiales..... | 78 |
| 3.1.1 Conductores eléctricos..... | 78 |
| 3.1.1.1 Materiales | 78 |
| 3.1.1.2 Dimensionado | 79 |
| 3.1.2 Conductores de protección..... | 80 |
| 3.1.3 Identificación de los conductores | 80 |
| 3.1.4 Tubos protectores | 81 |
| 3.1.4.1. Conductores aislados bajo tubos protectores | 81 |
| 3.1.5 Cajas de empalme y derivación..... | 87 |
| 3.1.6 Aparatos de mando y maniobra..... | 87 |
| 3.1.7 Aparatos de protección..... | 88 |
| 3.1.7.1 Interruptores Automáticos..... | 89 |
| 3.1.7.2 Guardamotores | 90 |
| 3.1.7.3 Fusibles..... | 90 |
| 3.1.7.4 Interruptores Diferenciales | 91 |
| 3.2 Normas de ejecución de las instalaciones..... | 92 |
| 3.3 Pruebas reglamentarias | 93 |
| 3.3.1 Comprobación de la puesta a tierra..... | 93 |
| 3.3.2 Resistencia de Aislamiento..... | 93 |
| 3.4 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad | 93 |
| 3.5 Certificados y documentación..... | 94 |
| 3.6 Libros de órdenes..... | 94 |
| 3.7 Condiciones Facultativas..... | 95 |
| 3.7.1 Técnico director de obra. | 95 |
| 3.7.2 Constructor o Instalador | 95 |
| 3.7.3 Verificación de los documentos del proyecto..... | 96 |
| 3.7.4 Plan de seguridad y salud en el trabajo | 96 |
| 3.7.4.1 Objeto del Estudio..... | 96 |
| 3.7.4.2 Legislación y Normativa Aplicable..... | 98 |
| 3.7.4.3 Descripción de las Obras | 98 |
| 3.7.4.4 Identificación de riesgos laborales..... | 99 |
| 3.7.4.5 Normas de obligado cumplimiento..... | 99 |
| 3.7.4.6 Riesgo de daño a terceros..... | 101 |

| | |
|--|-----|
| 3.7.5 Presencia del constructor o instalador en la obra | 101 |
| 3.7.6 Trabajos no estipulados expresamente | 102 |
| 3.7.7 Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto | 102 |
| 3.7.8 Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa | 103 |
| 3.7.9 Faltas de personal | 103 |
| 3.7.10 Caminos y Accesos | 103 |
| 3.7.11 Replanteo | 104 |
| 3.7.12 Comienzo de la obra, ritmo de ejecución de los trabajos..... | 104 |
| 3.7.13 Orden de los trabajos..... | 104 |
| 3.7.14 Facilidades para otros contratistas | 104 |
| 3.7.15 Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor | 105 |
| 3.7.16 Prórroga por causa de fuerza mayor..... | 105 |
| 3.7.17 Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra..... | 105 |
| 3.7.18 Condiciones generales de ejecución de los trabajos..... | 105 |
| 3.7.19 Obras ocultas..... | 106 |
| 3.7.20 Trabajos defectuosos | 106 |
| 3.7.21 Vicios ocultos..... | 106 |
| 3.7.22 De los materiales y los aparatos, su procedencia | 107 |
| 3.7.23 Materiales no utilizables | 107 |
| 3.7.24 Gastos ocasionados por pruebas y ensayos..... | 107 |
| 3.7.25 Limpieza de las obras | 107 |
| 3.7.26 Documentación final de la obra | 108 |
| 3.7.27 Plazo de garantía | 108 |
| 3.7.28 Conservación de las obras recibidas provisionalmente | 108 |
| 3.7.29 De la recepción definitiva..... | 108 |
| 3.7.30 Prórroga del plazo de garantía..... | 109 |
| 3.7.31 De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida..... | 109 |
| 3.8 Condiciones Económicas | 110 |
| 3.8.1 Composición de los precios unitarios..... | 110 |
| 3.8.2 Precio de contrata, importe de contrata | 111 |
| 3.8.3 Precios contradictorios..... | 111 |
| 3.8.4. Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas | 112 |
| 3.8.5 De la revisión de los precios contratados. | 112 |
| 3.8.6 Acopio de materiales..... | 112 |

| | |
|---|-----|
| 3.8.7 Responsabilidad del instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores..... | 112 |
| 3.8.8 Relaciones valoradas y certificaciones | 113 |
| 3.8.9 Mejoras de obras libremente ejecutadas | 114 |
| 3.8.10 Abono de trabajos presupuestados con partida alzada..... | 114 |
| 3.8.11 Pagos | 115 |
| 3.8.12 Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras | 115 |
| 3.8.13 Demora de los pagos..... | 115 |
| 3.8.14 Mejoras y aumentos de obra, casos contrarios | 115 |
| 3.8.15 Unidades de obra defectuosas pero aceptables | 116 |
| 3.8.16 Seguro de las obras | 116 |
| 3.8.17 Conservación de la obra | 116 |
| 3.8.18 Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario..... | 117 |
| 3.9 Condiciones Técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas en baja tensión..... | 118 |
| 3.9.1 Condiciones generales | 118 |
| 3.9.2 Canalizaciones eléctricas..... | 118 |
| 3.9.2.1 Conductores aislados bajo tubos protectores | 119 |
| 3.9.2.2. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes..... | 119 |
| 3.9.2.3. Conductores aislados enterrados..... | 119 |
| 3.9.2.4 Conductores aislados directamente empotrados en estructuras..... | 120 |
| 3.9.2.5 Conductores aislados en el interior de la construcción | 120 |
| 3.9.2.6 Conductores aislados bajo canales protectoras..... | 121 |
| 3.9.2.7 Conductores aislados bajo molduras | 122 |
| 3.9.2.8 Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas | 123 |
| 3.9.2.9 Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas..... | 123 |
| 3.9.2.10 Accesibilidad a las instalaciones..... | 123 |
| 3.9.3 Conductores | 124 |
| 3.9.3.1 Identificación de las instalaciones..... | 124 |
| 3.9.3.2 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica | 124 |

| | |
|---|-----|
| 3.9.4 Cajas de empalme | 125 |
| 3.9.5 Mecanismos y tomas de corriente | 125 |
| 3.9.6. Receptores de alumbrado | 126 |
| 3.9.7. Receptores a motor | 127 |
| 3.9.8 Puestas a tierra | 130 |
| 3.9.8.1. Uniones a tierra | 131 |
| 3.9.9 Inspecciones y pruebas en fábrica | 133 |
| 3.9.10 Control | 133 |
| 3.9.11 Seguridad | 134 |
| 3.9.12 Limpieza | 134 |
| 3.9.13 Mantenimiento | 135 |
| 3.9.14 Criterios de medición | 135 |

3.1 Condiciones de los materiales

Todos los materiales empleados en la ejecución de la instalación tendrán, como mínimo, las características especificadas en este Pliego de Condiciones, empleándose materiales homologados según las normas UNE citadas en la instrucción ITC-BT-02 que les sean de aplicación y llevarán el marcado CE de conformidad.

Los materiales y equipos empleados en la instalación deberán ser utilizados en la forma y con la finalidad para la que fueron fabricados. Los incluidos en el campo de aplicación de la reglamentación de trasposición de las Directivas de la Unión Europea deberán cumplir con lo establecido en las mismas.

En lo no cubierto por tal reglamentación, se aplicarán los criterios técnicos preceptuados por el presente reglamento (REBT 2002). En particular, se incluirán, junto con los equipos y materiales, las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso, debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:

- Identificación del fabricante, representante legal o responsable de la comercialización.
- Marca y modelo.
- Tensión y potencia (o intensidad) asignadas.
- Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

3.1.1 Conductores eléctricos

Los conductores utilizados se registrarán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

3.1.1.1 Materiales

Los conductores serán de los siguientes tipos:
De 450/750 V de tensión nominal.

- Conductor: de cobre.
- Formación: unipolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
- Tensión de prueba: 2.500 V.
- Instalación: bajo tubo.
- Normativa de aplicación: UNE 21.031.

De 0,6/1 kV de tensión nominal.

- Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran el proyecto).
- Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
- Tensión de prueba: 4.000 V.
- Instalación: al aire o en bandeja.
- Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

3.1.1.2 Dimensionado

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.
- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.

- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

3.1.2 Conductores de protección

La sección de los conductores de protección, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

| <u>Tipo</u> | <u>Protegido mecánicamente</u> | <u>No protegido mecánicamente</u> |
|----------------------------------|--|---|
| Protegido contra la corrosión | Igual a conductores protección apdo. 7.7.1 | 16 mm ² Cu 16 mm ² Acero Galvanizado |
| No protegido contra la corrosión | 25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro | 25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro |

* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

3.1.3 Identificación de los conductores

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando

exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

3.1.4 Tubos protectores

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

3.1.4.1. Conductores aislados bajo tubos protectores

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los

tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086-2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior. El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

Tubos en canalizaciones fijas en superficie:

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

| <u>Característica:</u> | <u>Código:</u> | <u>Grado:</u> |
|---|----------------|---|
| - Resistencia a la compresión | 4 | Fuerte |
| - Resistencia al impacto | 3 | Media |
| - Temperatura mínima de instalación y servicio | 2 | - 5 °C |
| - Temperatura máxima de instalación y servicio | 1 | + 60 °C |
| - Resistencia al curvado | 1-2 | Rígido/curvable |
| - Propiedades eléctricas | 1-2 | Continuidad eléctrica/aislante |
| - Resistencia a la penetración de objetos sólidos | 4 | Contra objetos D ³ 1 mm |
| - Resistencia a la penetración del agua | 2 | Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 ° |
| - Resistencia a la corrosión de tubos metálicos | 2 | Protección interior y exterior media y compuestos |
| - Resistencia a la tracción | 0 | No declarada |
| - Resistencia a la propagación de la llama | 1 | No propagador |
| - Resistencia a las cargas suspendidas | 0 | No declarada |

Tubos en canalizaciones empotradas.

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación:

1º/ Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.

| <u>Característica</u> | <u>Código</u> | <u>Grado</u> |
|---|---------------|---|
| - Resistencia a la compresión | 2 | Ligera |
| - Resistencia al impacto | 2 | Ligera |
| - Temperatura mínima de instalación y servicio | 2 | - 5 °C |
| - Temperatura máxima de instalación y servicio | 1 | + 60 °C |
| - Resistencia al curvado | 1-2-3-4 | Cualquiera de las especificadas |
| - Propiedades eléctricas | 0 | No declaradas |
| - Resistencia a la penetración de objetos sólidos | 4 | Contra objetos D ³ 1 mm |
| - Resistencia a la penetración del agua | 2 | Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 ° |
| - Resistencia a la corrosión de tubos metálicos | 2 | Protección interior y exterior media y compuestos |
| - Resistencia a la tracción | 0 | No declarada |
| - Resistencia a la propagación de la llama | 1 | No propagador |
| - Resistencia a las cargas suspendidas | 0 | No declarada |

2º/ Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.

| <u>Característica</u> | <u>Código</u> | <u>Grado</u> |
|---|---------------|---|
| - Resistencia a la compresión | 3 | Media |
| - Resistencia al impacto | 3 | Media |
| - Temperatura mínima de instalación y servicio | 2 | - 5 °C |
| - Temperatura máxima de instalación y servicio | 2 | + 90 °C (+ 60 °C canal. precabl. ordinarias) |
| - Resistencia al curvado | 1-2-3-4 | Cualquiera de las especificadas |
| - Propiedades eléctricas | 0 | No declaradas |
| - Resistencia a la penetración de objetos sólidos | 5 | Protegido contra el polvo |
| - Resistencia a la penetración del agua | 3 | Protegido contra el agua en forma de lluvia |
| - Resistencia a la corrosión de tubos metálicos | 2 | Protección interior y exterior media y compuestos |
| - Resistencia a la tracción | 0 | No declarada |
| - Resistencia a la propagación de la llama | 1 | No propagador |
| - Resistencia a las cargas suspendidas | 0 | No declarada |

Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire:

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas a continuación:

| <u>Característica</u> | <u>Código</u> | <u>Grado</u> |
|---|---------------|--|
| - Resistencia a la compresión | 4 | Fuerte |
| - Resistencia al impacto | 3 | Media |
| - Temperatura mínima de instalación y servicio | 2 | - 5 °C |
| - Temperatura máxima de instalación y servicio | 1 | + 60 °C |
| - Resistencia al curvado | 4 | Flexible |
| - Propiedades eléctricas | 1/2 | Continuidad/aislado |
| - Resistencia a la penetración de objetos sólidos | 4 | Contra objetos D ³ 1 mm |
| - Resistencia a la penetración del agua | 2 | Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15º |
| - Resistencia a la corrosión de tubos metálicos | 2 | Protección interior mediana y exterior elevada y compuestos |
| - Resistencia a la tracción | 2 | Ligera |
| - Resistencia a la propagación de la llama | 1 | No propagador |
| - Resistencia a las cargas suspendidas | 2 | Ligera |

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm².

Tubos en canalizaciones enterradas:

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

| <u>Característica</u> | <u>Código</u> | <u>Grado</u> |
|---|---------------|---|
| - Resistencia a la compresión | NA | 250 N / 450 N / 750 N |
| - Resistencia al impacto | NA | Ligero / Normal / Normal |
| - Temperatura mínima de instalación y servicio | NA | NA |
| - Temperatura máxima de instalación y servicio | NA | NA |
| - Resistencia al curvado | 1-2-3-4 | Cualquiera de las especificadas |
| - Propiedades eléctricas | 0 | No declaradas |
| - Resistencia a la penetración de objetos sólidos | 4 | Contra objetos D ³ 1 mm |
| - Resistencia a la penetración del agua | 3 | Contra el agua en forma de lluvia |
| - Resistencia a la corrosión de tubos metálicos | 2 | Protección interior y exterior media y compuestos |
| - Resistencia a la tracción | 0 | No declarada |
| - Resistencia a la propagación de la llama | 0 | No declarada |
| - Resistencia a las cargas suspendidas | 0 | No declarada |

Notas:

- NA: No aplicable.
- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

Instalación.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles.
- Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.

- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.

- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

3.1.5 Cajas de empalme y derivación

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratueras y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

3.1.6 Aparatos de mando y maniobra

Los aparatos de mando y maniobra (interruptores y conmutadores) serán de tipo cerrado y material aislante, cortarán la corriente máxima del circuito en que están colocados sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, y no podrán tomar una posición intermedia.

Las piezas de contacto tendrán unas dimensiones tales que la temperatura no pueda exceder de 65°C en ninguna de ellas.

Deben poder realizarse del orden de 10.000 maniobras de apertura y cierre a la intensidad y tensión nominales, que estarán marcadas en lugar visible.

3.1.7 Aparatos de protección

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provista de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del

módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- Los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

3.1.7.1 Interruptores Automáticos

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar

dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominal de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él. Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

3.1.7.2 Guardamotores

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

3.1.7.3 Fusibles

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

3.1.7.4 Interruptores Diferenciales

1º/ La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IPXXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2º/ La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición: $R_a \times I_a \leq U$

Dónde:

- R_a es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

3.2 Normas de ejecución de las instalaciones

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

3.3 Pruebas reglamentarias

3.3.1 Comprobación de la puesta a tierra.

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

3.3.2 Resistencia de Aislamiento

Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia de aislamiento, expresada en ohmios, por lo menos igual a $1000 \cdot U$, siendo “U” la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y no inferior a 250.000 ohmios.

El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre 500 y 1000 V y como mínimo, 250 V con una carga extrema de 100.000 ohmios.

3.4 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

La propiedad recibirá, a la entrega de la instalación, planos definitivos del montaje de la instalación, valores de la resistencia a tierra obtenidos en las mediciones, y referencia del domicilio social de la empresa instaladora.

No se podrá modificar la instalación sin la intervención de un Instalador Autorizado o Técnico Competente, según corresponda.

Cada cinco años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación con la sección de los conductores que protegen.

Personal técnicamente competente comprobará la instalación de toma de tierra en la época en que el terreno esté más seco, reparando inmediatamente los defectos que pudieran encontrarse.

3.5 Certificados y documentación

Al finalizar la ejecución, se entregará en la Delegación del Ministerio de Industria correspondiente, el certificado de Fin de Obra firmado por un técnico competente y visado por el Colegio Profesional correspondiente, acompañado del boletín o boletines de instalación firmados por un Instalador Autorizado.

3.6 Libros de órdenes

La dirección de la ejecución de los trabajos de instalación será llevada a cabo por un técnico competente, que deberá cumplimentar el Libro de Órdenes y Asistencia, en el que reseñará las incidencias, órdenes y asistencias que se produzcan en el desarrollo de la obra.

3.7 Condiciones Facultativas.

3.7.1 Técnico director de obra.

Corresponde al Técnico Director:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolverlas contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor o Instalador, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

3.7.2 Constructor o Instalador

Corresponde al Constructor o Instalador:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con el Técnico Director el acta del replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.

- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

3.7.3 Verificación de los documentos del proyecto

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

3.7.4 Plan de seguridad y salud en el trabajo

El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

3.7.4.1 Objeto del Estudio

Conforme a lo estipulado en los artículos 4 y 6 del R.D. 1627/1997, de 25 de Octubre, por el que se establecen las “disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción” (B.O.E. nº 256 de 25 de Octubre de 1997), se adjunta el presente documento, en el que se incluyen las medidas encaminadas a la prevención de riesgos laborales durante la ejecución de las obras.

La finalidad de este Estudio Básico de Seguridad y Salud en el Trabajo es establecer durante las obras del proyecto las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento, que se realicen durante el tiempo de garantía, al tiempo que se definen los locales preceptos de higiene y bienestar de los trabajadores en caso de resultar necesarios.

Sirve para dar las directrices básicas a la empresa contratista, para llevar a cabo su obligación de redacción de un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución, las previsiones contenidas en este estudio. Por ello, los errores u omisión que pudieran existir en el mismo, nunca podrán ser tomados por el contratista en su favor.

Dicho plan facilitará la mencionada labor de previsión, prevención y protección profesional, bajo el control de la Dirección Facultativa.

Todo ello se realizará con estricto cumplimiento del articulado completo del Real Decreto 1627/1997 de 25 de Octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la Instalación de baja tensión de un edificio de viviendas inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud, en los proyectos de obras públicas o privadas con realización de trabajos de construcción o ingeniería civil.

De acuerdo con el mencionado articulado, el Plan será sometido, para su aprobación expresa, antes del inicio de la obra a la reseñada Dirección Facultativa, manteniéndose, después de aprobación, una copia a su disposición. Otra copia se entrega al Comité de Seguridad e Higiene, y en su defecto, a los representantes de los trabajadores. De igual forma, una copia del mismo se entregará al coordinador de Seguridad, en caso de existir.

Será documento de obligada presentación ante la autoridad laboral encargada de conceder la apertura del centro de trabajo, y estará también a disposición permanente de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, y de los Gabinetes Técnicos Provinciales de Seguridad e Higiene para la realización de sus funciones.

Se persigue en este estudio:

- Preservar la integridad de los trabajadores y de todas las personas del entorno.
- La organización del trabajo de forma tal que el riesgo sea mínimo.
- Determinar las instalaciones y útiles necesarios para la protección colectiva e individual del personal.
- Establecer las normas de utilización de los elementos de seguridad.
- Proporcionar a los trabajadores los conocimientos necesarios para el uso correcto y seguro de los útiles y maquinaria que se les encomiende.
- Los trabajos con maquinaria ligera.
- Los primeros auxilios y evacuación de heridos.

Igualmente, se implanta la obligatoriedad de un libro de incidencias con toda la funcionalidad que el citado Real Decreto 1627/1997 en su artículo 13 le concede, siendo el contratista el responsable del envío de las copias de las notas, que en él se escriben a los diferentes destinatarios.

Es responsabilidad del contratista la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y responde solidariamente de las consecuencias que se deriven de la inobservancia que se fueren a los segundos imputables.

Quede claro que la Inspección de Trabajo y Seguridad Social podrá comprobar la ejecución correcta y concreta de las medidas previstas en el Plan de Seguridad e Higiene de la Obra, y por supuesto, en todo momento la Dirección Facultativa.

3.7.4.2 Legislación y Normativa Aplicable

- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, por el que se establecen las condiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (B.O.E. nº 97 de 23 de abril de 1.997).
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Anexo IV del Real Decreto 39/1997 de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (B.O.E. nº 27 de 31 de enero de 1997).
- Estatuto de los Trabajadores, Ley 8/1980 de 10 de marzo.
- Plan Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo (O.M. de 9 de marzo de 1971) (B.O.E. de 11 de marzo de 1971).
- Comités de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Decreto 432/1971) (B.O.E. de 16 de marzo de 1971).
- Reglamento de los Servicios Médicos de Empresa (O.M. 21, 11, 1959) (B.O.E. de 27 de noviembre de 1959).
- Homologación de medios de protección personal de los trabajadores. (Normas Técnicas Reglamentarias MT) (O.M. 17.5.1979) (B.O.E. de 29 de mayo de 1974).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2.002.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo en la Industria de Construcción y Obras Públicas (O.M. de 20 de mayo de 1952) (B.O.E. de 15 de junio de 1.952).
- Normas UNE del Instituto Español de Normalización.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción o Siderometalúrgico.

3.7.4.3 Descripción de las Obras

Las obras a realizar son:

- Instalación eléctrica en naves ganaderas.
- Características encaminadas al estudio de riesgos.
- Instalación eléctrica.

3.7.4.4 Identificación de riesgos laborales

- Caídas desde altura:
 - o Caída de operario a distinto nivel.
 - o Caída de operario al mismo nivel.
 - o Caída de objetos y materiales.
- Cortes, pinchazos y golpes con maquinaria, herramientas y material.
 - o Esfuerzos traumáticos.

3.7.4.5 Normas de obligado cumplimiento

Como prevención de riesgos profesionales, la organización de los trabajos se hará de tal forma que en todo momento la seguridad sea la máxima posible. Las condiciones de trabajo deben ser higiénicas y, en todo lo posible, confortables.

Protecciones individuales

Las protecciones serán como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad no metálico clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos o buzo de color amarillo vivo, teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo Provincial que sea de aplicación.
- Gafas de contra impactos y antipolvo, en todas las operaciones que puedan producirse desprendimientos de partículas.
- Cinturón antivibratorio.
- Mascarillas antipolvo.
- Filtros para mascarilla.
- Protectores auditivos.
- Guantes de soldador.
- Polainas de soldador.
- Pantalla de soldador.
- Guantes de goma finos.
- Guantes dieléctricos.
- Mangos aislantes en herramientas.

Protecciones colectivas

Señalización general:

- Obligatorio uso de casco, cinturón de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
- Riesgo eléctrico, caída de objeto, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendio y explosiones.
- Señal informativa de localización de botiquín y de exterior, cinta de balizamiento.

Instalación eléctrica:

- Conductor de protección y pica o placa de puesta a tierra.
- Interruptores diferenciales de 30 mA de sensibilidad para alumbrado y de 300 mA para fuerza.
- La maquinaria eléctrica que haya de utilizarse en forma fija o semifija, tendrá sus cuadros de acometida a la red provistos de protección contra sobrecarga, cortocircuito y puesta a tierra.
- Las tomas de tierra tendrán una resistencia máxima que garanticen, de acuerdo con la sensibilidad de los interruptores diferenciales, una tensión máxima de 24 V. la resistencia se comprobará periódicamente y siempre en la época más seca del año.

Instalación de baja tensión naves ganaderas:

- Todas las herramientas deben estar en buen estado de uso, ajustándose a su cometido.
- Se deben permitir suplementar los mangos de cualquier herramienta para producir un par de fuerza mayor y, en este mismo sentido, se debe de prohibir también que dichos mangos sean accionados por los trabajadores, salvo las llaves de apriete de tirafondos.
- Se colocarán mallas de protección contra la caída de objetos en los lugares donde sea necesario.
- Todas las transmisiones mecánicas y las conducciones eléctricas deberán quedar señalizadas en forma eficiente de manera que se eviten posibilidades de accidentes.
- Las vallas autónomas de limitación y protección tendrán un mínimo de 90 cm de altura y estarán constituidas con tubos metálicos y dispondrán de varas para mantener su verticalidad.
- Los cables de sujeción para cinturón de seguridad, así como sus anclajes, tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función.

- Las medidas de protección de zonas o puntos peligrosos, serán entre otras las siguientes:
 - o Barandillas y vallas para la protección y limitación de zonas peligrosas. Tendrán una altura de al menos 9 m y estarán construidas de tubos o redondos metálicos de rigidez suficiente.
 - o Escaleras de mano. Estarán provistas de zapatas antideslizantes.
 - o Señales. Todas las señales deberán tener las dimensiones y colores reglamentarios.

El contratista adjudicatario de la obra deberá disponer de suficiente cantidad de todos los útiles y prendas de seguridad y de los repuestos necesarios. Por ser el adjudicatario de la obra, debe responsabilizarse de que los subcontratistas dispongan también de estos elementos, y en su caso, suplir las deficiencias que pudiera haber.

3.7.4.6 Riesgo de daño a terceros

Los riesgos de daños a terceros en la ejecución de la instalación de la obra pueden venir producidos por la circulación de terceras personas ajenas a la misma, una vez iniciados los trabajos.

Por ello, se considerará zona de trabajo aquella donde se desenvuelvan máquinas, vehículos trabajando, y zona de peligro una franja de cinco metros alrededor de la primera zona.

Se impedirá el acceso de terceros ajenos. Si existiesen antiguos caminos, se protegerán por medio de valla autónoma metálica. En el resto del límite de la zona de peligro por medio de cinta de balizamiento reflectante.

Los riesgos de daños a terceros, por tanto, pueden ser los que siguen:

- Caída al mismo nivel.
- Caída de objeto y materiales.

3.7.5 Presencia del constructor o instalador en la obra

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

3.7.6 Trabajos no estipulados expresamente

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

3.7.7 Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

3.7.8 Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

3.7.9 Faltas de personal

El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

3.7.10 Caminos y Accesos

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta. El Técnico Director podrá exigir su modificación o mejora.

Asimismo el Constructor o Instalador se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra en relación al título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

3.7.11 Replanteo

El Constructor o Instalador iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Director y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

3.7.12 Comienzo de la obra, ritmo de ejecución de los trabajos

El Constructor o Instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Técnico Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

3.7.13 Orden de los trabajos

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

3.7.14 Facilidades para otros contratistas

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

3.7.15 Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Técnico Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor o Instalador está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

3.7.16 Prórroga por causa de fuerza mayor

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor o Instalador, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Técnico. Para ello, el Constructor o Instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

3.7.17 Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

3.7.18 Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

3.7.19 Obras ocultas

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Técnico; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

3.7.20 Trabajos defectuosos

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica "del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Técnico Director advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

3.7.21 Vicios ocultos

Si el Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se observen serán de cuenta del Constructor o Instalador, siempre que los vicios existan realmente.

3.7.22 De los materiales y los aparatos, su procedencia

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

3.7.23 Materiales no utilizables

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones particular vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

3.7.24 Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

3.7.25 Limpieza de las obras

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

3.7.26 Documentación final de la obra

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

3.7.27 Plazo de garantía

El plazo de garantía será de doce meses, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

3.7.28 Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitivas, correrán a cargo del Contratista.

Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

3.7.29 De la recepción definitiva

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor o Instalador de reparar a su cargo aquéllos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

3.7.30 Prórroga del plazo de garantía.

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Técnico Director marcará al Constructor o Instalador los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

3.7.31 De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

3.8 Condiciones Económicas

3.8.1 Composición de los precios unitarios

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- a) La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c) Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán Gastos Generales:

- Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece un 13 por 100).

Beneficio Industrial:

- El Beneficio Industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución Material:

- Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

Precio de Contrata:

- El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.
- El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

3.8.2 Precio de contrata, importe de contrata

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 13% y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.

3.8.3 Precios contradictorios

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

3.8.4. Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

3.8.5 De la revisión de los precios contratados.

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al cinco por ciento (5 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 5 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

3.8.6 Acopio de materiales

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

3.8.7 Responsabilidad del instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Técnico Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor o Instalador, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Técnico Director.

Si hecha esta notificación al Constructor o Instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

3.8.8 Relaciones valoradas y certificaciones

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Técnico.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones Económicas", respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Técnico Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Técnico Director en la forma prevenida de los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Técnico Director la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

3.8.9 Mejoras de obras libremente ejecutadas

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Técnico Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Técnico Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

3.8.10 Abono de trabajos presupuestados con partida alzada

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- a) Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Técnico Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o,

en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

3.8.11 Pagos

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

3.8.12 Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil (o/oo) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

3.8.13 Demora de los pagos

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

3.8.14 Mejoras y aumentos de obra, casos contrarios

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Técnico Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

3.8.15 Unidades de obra defectuosas pero aceptables

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

3.8.16 Seguro de las obras

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

3.8.17 Conservación de la obra

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Técnico Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

3.8.18 Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

3.9 Condiciones Técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas en baja tensión

3.9.1 Condiciones generales

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

3.9.2 Canalizaciones eléctricas

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

3.9.2.1 Conductores aislados bajo tubos protectores

3.9.2.2. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

3.9.2.3. Conductores aislados enterrados

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

3.9.2.4 Conductores aislados directamente empotrados en estructuras

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de - 5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

3.9.2.5 Conductores aislados en el interior de la construcción

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquélla en partes bajas del hueco, etc.

3.9.2.6 Conductores aislados bajo canales protectoras

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

| <u>Característica</u> | <u>Grado</u> | |
|---|----------------|-------------------|
| <u>Dimensión del lado mayor de la sección transversal</u> | <u>≤ 16 mm</u> | <u>> 16 mm</u> |
| - Resistencia al impacto | Muy ligera | Media |
| - Temperatura mínima de instalación y servicio | + 15 °C | - 5 °C |
| - Temperatura máxima de instalación y servicio | + 60 °C | + 60 °C |
| - Propiedades eléctricas eléctrica/aislante | Aislante | Continuidad |
| - Resistencia a la penetración de objetos sólidos | 4 | No inferior a 2 |
| - Resistencia a la penetración de agua | No declarada | No declarada |
| - Resistencia a la propagación de la llama | No propagador | No propagador |

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

3.9.2.7 Conductores aislados bajo molduras

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.
- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm² serán, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.
- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.
- Las conexiones y derivaciones de los conductores se hará mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.
- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

3.9.2.8 Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

3.9.2.9 Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

3.9.2.10 Accesibilidad a las instalaciones

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envoltentes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

3.9.3 Conductores

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

3.9.3.1 Identificación de las instalaciones

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

3.9.3.2 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

| <u>Tensión nominal instalación</u> (V) | <u>Tensión ensayo corriente continua</u> (V) | <u>Resistencia de aislamiento</u> (MW) |
|---|---|---|
| MBTS o MBTP | 250 | ³ 0,25 |
| £ 500 V | 500 | ³ 0,50 |
| > 500 V | 1000 | ³ 1,00 |

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a

frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

3.9.4 Cajas de empalme

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratueras y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

3.9.5 Mecanismos y tomas de corriente

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su

construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

3.9.6. Receptores de alumbrado

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o

igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

3.9.7. Receptores a motor

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460-4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que

corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5

De 1,50 kW a 5 kW: 3,0

De 5 kW a 15 kW: 2

Más de 15 kW: 1,5

Todos los motores de potencia superior a 5 kW tendrán seis bornes de conexión, con tensión de la red correspondiente a la conexión en triángulo del bobinado (motor de 230/400 V para redes de 230 V entre fases y de 400/693 V para redes de 400 V entre fases), de tal manera que será siempre posible efectuar un arranque en estrella-triángulo del motor.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE. Las normas UNE específicas para motores son la 20.107, 20.108, 20.111, 20.112, 20.113, 20.121, 20.122 y 20.324.

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3, con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas. Para montaje vertical, los motores llevarán cojinetes previstos para soportar el peso del rotor y de la polea.

La clase de protección se determina en las normas UNE 20.324 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperatura de 80 °C sobre la temperatura ambiente de referencia de 40 °C, con un límite máximo de temperatura del devanado de 130 °C.

El diámetro y longitud del eje, las dimensiones de las chavetas y la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo a las recomendaciones IEC.

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán las que se indican a continuación:

- carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.
- estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de la misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando la formación de burbujas y deberá resistir las sollicitaciones térmicas y dinámicas a las que viene sometido.
- rotor: formado por un paquete ranurado de chapa magnética, donde se alojará el devanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.
- eje: de acero duro.
- ventilador: interior (para las clases IP 44 e IP 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.
- rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).
- cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensaestopas.

Para la correcta selección de un motor, que se hará par servicio continuo, deberán considerarse todos y cada uno de los siguientes factores:

- potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.
- velocidad de rotación de la máquina accionada.
- características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).
- clase de protección (IP 44 o IP 54).
- clase de aislamiento (B o F).
- forma constructiva.
- temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y cota sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento.
- momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.
- curva del par resistente en función de la velocidad.

Los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos. Si son de preverse desviaciones hacia la baja superiores al mencionado valor, la potencia del motor deberá "deratarse" de forma proporcional, teniendo en cuenta que, además, disminuirá también el par de arranque proporcional al cuadrado de la tensión.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estatórico sea superior a 1,5 megahomios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado por la DO y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro.

El número de polos del motor se elegirá de acuerdo a la velocidad de rotación de la máquina accionada.

En caso de acoplamiento de equipos (como ventiladores) por medio de poleas y correas trapezoidales, el número de polos del motor se escogerá de manera que la relación entre velocidades de rotación del motor y del ventilador sea inferior a 2,5.

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrita de forma indeleble, en la que aparacerán, por lo menos, los siguientes datos:

- potencia del motor.
- velocidad de rotación.
- intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- intensidad de arranque.
- tensión(es) de funcionamiento.
- nombre del fabricante y modelo.

3.9.8 Puestas a tierra

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.

- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

3.9.8.1. Uniones a tierra

Tomas de tierra.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

| <u>Tipo</u> | <u>Protegido mecánicamente</u> | <u>No protegido mecánicamente</u> |
|----------------------------------|--|---|
| Protegido contra la corrosión | Igual a conductores protección apdo. 7.7.1 | 16 mm ² Cu 16 mm ² Acero Galvanizado |
| No protegido contra la corrosión | 25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro | 25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro |

* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe

cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos. Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

| <u>Sección conductores fase (mm²)</u> | <u>Sección conductores protección (mm²)</u> |
|--|--|
| Sf ≤ 16 | Sf |
| 16 < Sf ≤ 35 | 16 |
| Sf > 35 | Sf/2 |

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- Conductores en los cables multiconductores, o
- Conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los Conductores activos, o
- Conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

3.9.9 Inspecciones y pruebas en fábrica

La aparamenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 Mohm.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visulamente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

3.9.10 Control

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente.

Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

3.9.11 Seguridad

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

3.9.12 Limpieza

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

3.9.13 Mantenimiento

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

3.9.14 Criterios de medición

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a lo especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapas, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

El transporte de los materiales en el interior de la obra estará a cargo de la EIM.

DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO

| | |
|--|-----|
| 4. PRESUPUESTO | 136 |
| 4.1 DESGLOSE | 138 |
| 4.1.1 CANALIZACIONES | 138 |
| 4.1.2 CABLEADO | 139 |
| 4.1.3 CANALIZACIONES | 140 |
| 4.1.4 INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS..... | 140 |
| 4.1.5 INTERRUPTORES DIFERENCIALES | 142 |
| 4.1.6 MECANISMOS..... | 143 |
| 4.1.7 ILUMINACIÓN | 144 |
| 4.1.8 PUESTA A TIERRA | 144 |
| 4.1.9 COMPENSACIÓN ENERGÍA REACTIVA | 144 |
| 4.1.10 GRUPO ELECTRÓGENO | 145 |
| 4.1.11 MAQUINARIA Y EQUIPOS | 145 |
| 4.2 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE OBRA | 146 |
| 4.3 PRESUPUESTO TOTAL SIN IVA | 146 |

4.1 DESGLOSE

| 4.1.1 CANALIZACIONES | Precio/Unidad (€) | Unidades (m) | Total (€) |
|---|------------------------------|-------------------------|----------------------|
| 1. Canalización enterrada de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 160 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N. | 13,40 € | 90 | 1.206 € |
| 2. Canalización enterrada de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 125 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N. | 10,44 € | 60 | 626,4 € |
| 3. Canalización enterrada de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 40 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N. | 5,28 € | 125 | 660 € |
| 4. Canalización enterrada de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 32 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N. | 4,92 € | 70 | 344,4 € |
| 5. Canalización enterrada de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 25 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N. | 4,66 € | 25 | 116,5 € |
| 6. Canalización empotrada en elemento de construcción de obra de fábrica de tubo curvable de PVC, transversalmente elástico, corrugado, forrado, de color negro, de 32 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 320 N, con grado de protección IP 547. | 1,64 € | 125 | 205 € |
| 7. Canalización empotrada en elemento de construcción de obra de fábrica de tubo curvable de PVC, transversalmente elástico, corrugado, forrado, de color negro, de 25 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 320 N, con grado de protección IP 547. | 1,28 € | 265 | 339,2 € |
| 8. Canalización empotrada en elemento de construcción de obra de fábrica de tubo curvable de PVC, transversalmente elástico, corrugado, forrado, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 320 N, con grado de protección IP 547. | 1,13 € | 1.410 | 1.593,3 € |
| 9. Canalización empotrada en elemento de construcción de obra de fábrica de tubo curvable de PVC, transversalmente elástico, corrugado, forrado, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 320 N, con grado de protección IP 547. | 1,10 € | 1.565 | 1.721,5 € |
| TOTAL CANALIZACIONES | - | 3.735 m | 6.812,3 € |

| 4.1.2 CABLEADO | Precio/Unidad (€) | Unidades (m) | Total (€) |
|--|------------------------------|-------------------------|----------------------|
| 1. Cable unipolar XZ1 (S), con conductor de aluminio clase 2 de 120 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (X) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. | 5,72 € | 90 | 514,8 € |
| 2. Cable unipolar XZ1 (S), con conductor de aluminio clase 2 de 70 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (X) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. | 4,30 € | 60 | 258 € |
| 3. Cable unipolar RV-K, no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 6 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. | 2,38 € | 125 | 297,5 € |
| 4. Cable unipolar RV-K, no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 10 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. | 2,89 € | 400 | 1.156 € |
| 5. Cable unipolar RV-K, no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. | 3,92 € | 625 | 2.450 € |
| 6. Cable unipolar RV-K, no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 10 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. | 2,89 € | 125 | 1.083,75 € |
| 7. Cable unipolar RV-K, no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 6 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. | 2,38 € | 265 | 1.892,1 € |
| 8. Cable unipolar RV-K, no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. | 1,93 € | 405 | 2344,95 € |
| 9. Cable unipolar RV-K, no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. | 1,47 € | 1.005 | 4.432,05 € |
| 10. Cable unipolar RV-K, no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. | 0,98 € | 1.565 | 4.601,1 € |
| TOTAL CABLEADO | - | 4.665 m | 19.030,25 € |

| 4.1.3 CANALIZACIONES | Precio/Unidad (€) | Unidades | Total (€) |
|---|------------------------------|-----------------|----------------------|
| 1. Armario de distribución metálico, para empotrar, modular, con puerta transparente, grado de protección IP 40, aislamiento clase II, para 72 módulos, en 3 filas, con emplazamiento para un kit de equipamiento en dos filas, modelo DIN/3-PTH "CHINT ELECTRICS", de 600x580x95 mm, con carril DIN, cierre con llave, acabado con pintura epoxi y panel trasero de chapa de acero galvanizado, incluso material de montaje, según UNE-EN 60670-1. | 537,97 € | 1 | 537,97 € |
| 2. Armario de distribución metálico, de superficie, con puerta ciega, grado de protección IP 40, aislamiento clase II, de 1050x650x250 mm, modelo ALBA/106PN "CHINT ELECTRICS", apilable con otros armarios, con techo, suelo y laterales desmontables por deslizamiento (sin tornillos), cierre de seguridad, escamoteable, con llave, acabado con pintura epoxi, microtexturizado, según UNE-EN 60670-1. | 625,61 € | 4 | 2.502,44 € |
| TOTAL ARMARIOS Y CUADROS | - | 5 | 3.040,41 € |

| 4.1.4 INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS | Precio/Unidad (€) | Unidades | Total (€) |
|---|------------------------------|-----------------|----------------------|
| 1. Interruptor automático NSX320F DC-TM-DC - 320 A - 4P "SCHNEIDER ELECTRIC" LV438261 | 4.728,52 € | 1 | 4.728,52 € |
| 2. Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 80 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo C120N A9N18372 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 108x81x73 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 60947-2. | 479,55 € | 2 | 959,1 € |
| 3. Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo iC60N A9F79463 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 72x85x78,5 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 60898-1. | 430,1 € | 5 | 2.150,5 € |
| 4. Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 50 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo iC60N A9F79450 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 72x85x78,5 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 60898-1. | 405,81 € | 1 | 405,81 € |
| 5. Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iC60N A9F79440 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 72x85x78,5 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 60898-1. | 193,35 € | 8 | 1.546,8 € |

| | | | |
|--|----------|-----------|--------------------|
| 6. Interruptor automático magnetotérmico, bipolar (1P+N), intensidad nominal 32 A, poder de corte 6 kA, curva B, modelo iC60N A9F78632 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 36x85x78,5 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 60898-1. | 85,02 € | 1 | 85,02 € |
| 7. Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 25 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iC60N A9F79425 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 72x85x78,5 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 60898-1. | 157,51 € | 1 | 157,51 € |
| 8. Interruptor automático magnetotérmico, bipolar (1P+N), intensidad nominal 25 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iC60N A9F79625 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 36x85x78,5 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 60898-1. | 68,61 € | 4 | 274,44 € |
| 9. Interruptor automático magnetotérmico, bipolar (1P+N), intensidad nominal 20 A, poder de corte 6 kA, curva B, modelo iC60N A9F78620 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 36x85x78,5 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 60898-1. | 79,06 € | 1 | 79,06 € |
| 10. Interruptor automático magnetotérmico, bipolar (1P+N), intensidad nominal 20 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iC60N A9F79620 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 36x85x78,5 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 60898-1. | 67,42 € | 11 | 741,62 € |
| 11. Interruptor automático magnetotérmico, bipolar (1P+N), intensidad nominal 16 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iC60N A9F79616 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 36x85x78,5 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 60898-1. | 65,64 € | 9 | 590,76 € |
| 12. Interruptor automático magnetotérmico, bipolar (1P+N), intensidad nominal 10 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iC60N A9F79610 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 36x85x78,5 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 60898-1. | 64,52 € | 23 | 1483,96 € |
| 13. Interruptor automático magnetotérmico, bipolar (1P+N), intensidad nominal 6 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iC60N A9F79606 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 36x85x78,5 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 60898-1. | 69,83 € | 3 | 209,49 € |
| TOTAL INTERRUPTORES MAGNETOTERMICOS | - | 70 | 13.412,59 € |

| 4.1.5 INTERRUPTORES DIFERENCIALES | Precio/Unidad (€) | Unidades | Total (€) |
|---|------------------------------|-----------------|----------------------|
| 1. Bloque de protección diferencial 300 A - EATON - NZM2-4-XFIA - 292346 | 1.474 € | 1 | 1.474 € |
| 2. Interruptor diferencial instantáneo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 80 A, sensibilidad 300 mA, clase AC, modelo iID A9R14480 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 72x96x69 mm, montaje sobre carril DIN, con conexión mediante bornes de caja para cables de cobre, según UNE-EN 61008-1. | 655,91 € | 2 | 1.311,82 € |
| 3. Interruptor diferencial instantáneo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, sensibilidad 300 mA, clase AC, modelo iID A9R84463 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 72x96x69 mm, montaje sobre carril DIN, con conexión mediante bornes de caja para cables de cobre, según UNE-EN 61008-1. | 406,85 € | 2 | 813,7 € |
| 4. Interruptor diferencial instantáneo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, sensibilidad 30 mA, clase AC, modelo iID A9R81463 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 72x96x69 mm, montaje sobre carril DIN, con conexión mediante bornes de caja para cables de cobre, según UNE-EN 61008-1. | 785,4 € | 3 | 2.356,2 € |
| 5. Interruptor diferencial instantáneo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, sensibilidad 300 mA, clase AC, modelo iID A9R84440 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 72x96x69 mm, montaje sobre carril DIN, con conexión mediante bornes de caja para cables de cobre, según UNE-EN 61008-1. | 310,14 € | 4 | 1.240,56 € |
| 6. Interruptor diferencial instantáneo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, sensibilidad 30 mA, clase AC, modelo iID A9R81440 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 72x96x69 mm, montaje sobre carril DIN, con conexión mediante bornes de caja para cables de cobre, según UNE-EN 61008-1. | 365,55 € | 4 | 1.462,2 € |
| 7. Interruptor diferencial instantáneo, bipolar (2P), intensidad nominal 40 A, sensibilidad 300 mA, clase AC, modelo iID A9R84240 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 36x96x69 mm, montaje sobre carril DIN, con conexión mediante bornes de caja para cables de cobre, según UNE-EN 61008-1. | 198,17 € | 1 | 198,17 € |
| 8. Interruptor diferencial instantáneo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 30 mA, clase AC, modelo iID A9R81425 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 72x96x69 mm, montaje sobre carril DIN, con conexión mediante bornes de caja para cables de cobre, según UNE-EN 61008-1. | 351,88 € | 1 | 351,88 € |

| | | | |
|---|----------|-----------|-------------------|
| 9. Interruptor diferencial instantáneo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 300 mA, clase AC, modelo iID A9R84425 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 72x96x69 mm, montaje sobre carril DIN, con conexión mediante bornes de caja para cables de cobre, según UNE-EN 61008-1. | 198,06 € | 7 | 1.386,42 € |
| 10. Interruptor diferencial instantáneo, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 30 mA, clase AC, modelo iID A9R81225 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 36x96x69 mm, montaje sobre carril DIN, con conexión mediante bornes de caja para cables de cobre, según UNE-EN 61008-1. | 198,52 € | 3 | 595,56 € |
| TOTAL INTERRUPTORES DIFERENCIALES | - | 28 | 11.190,5 € |

| 4.1.6 MECANISMOS | Precio/Unidad (€) | Unidades | Total (€) |
|---|--------------------------|-----------------|-------------------|
| 1. Caja universal de un elemento, para empotrar, de plástico ABS autoextinguible, libre de halógenos, enlazable por los cuatro lados, de 70x70x42 mm, con grados de protección IP 30 e IK 07, según IEC 60439, incluso tornillos de fijación del mecanismo. | 1,15 € | 106 | 121,9 € |
| 2. Interruptor unipolar (1P), gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, con tecla simple, de color blanco y marco embellecedor para un elemento, de color blanco, empotrado. | 10,62 € | 26 | 276,12 € |
| 3. Conmutador, gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, con tecla simple, de color blanco y marco embellecedor para un elemento, de color blanco, empotrado. | 11,32 € | 10 | 113,2 € |
| 4. Conmutador de cruce, gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, con tecla simple, de color blanco y marco embellecedor para un elemento, de color blanco, empotrado. | 16,93 € | 5 | 84,65 € |
| 5. Pulsador, gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, con un contacto NA, con tecla simple, de color blanco y marco embellecedor para un elemento, de color blanco, empotrado. | 10,74 € | 5 | 53,7 € |
| 6. Base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, gama media, intensidad asignada 16 A, tensión asignada 250 V, con tapa, de color blanco y marco embellecedor para un elemento, de color blanco, empotrada. | 13,88 € | 50 | 694 € |
| 7. Base de toma de corriente con contacto de tierra (4P+T), tipo Schuko, gama media, intensidad asignada 16 A, tensión asignada 250 V, con tapa, de color blanco y marco embellecedor para un elemento, de color blanco, empotrada. | 15,66 € | 10 | 156,6 € |
| TOTAL MECANISMOS | - | 212 | 1.500,17 € |

| 4.1.7 ILUMINACIÓN | Precio/Unidad (€) | Unidades | Total (€) |
|--|--------------------------|-----------------|--------------------|
| 1. PHILIPS TBS165 G 4xTL5-14W HFS C6 | 95,92 € | 48 | 4.604,16 € |
| 2. PHILIPS FBH058 2xPL-C/2P13W | 91,83 € | 15 | 1.377,45 € |
| 3. PHILIPS TCW060 2xTL-D36W HF | 50,24 € | 197 | 9.897,28 € |
| 4. PHILIPS BVP636 GC 64xLED-HBN-NW WB | 271,57 € | 13 | 3.530,41 € |
| 5. DISANO 616 SAFETY EMERGENCIA 1H PERMANENTE S.E. DISANO 616 FLC18L CEM-L EM GRIS | 65,31 € | 43 | 2.808,33 € |
| TOTAL ILUMINACIÓN | - | 316 | 22.217,63 € |

| 4.1.8 PUESTA A TIERRA | Precio/Unidad (€) | Unidades | Total (€) |
|--|--------------------------|-----------------|------------------|
| 1. Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 14 mm de diámetro y 2,5 m de longitud. | 26,51 € | 16 | 424,16 € |
| 2. Conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 35 mm² de sección. | 4,94 € | 30 m | 148,2 € |
| TOTAL PUESTA A TIERRA | - | 46 | 572,36 € |

| 4.1.9 COMPENSACIÓN ENERGÍA REACTIVA | Precio/Unidad (€) | Unidades | Total (€) |
|---|--------------------------|-----------------|-------------------|
| 1. Batería automática de condensadores, para 136 kVAr de potencia reactiva, de 6 escalones con una relación de potencia entre condensadores de 1:2:2:2:2:2, para alimentación trifásica a 400 V de tensión y 50 Hz de frecuencia, STD6-165-440 "CIRCUTOR", compuesta por armario metálico con grado de protección IP 21, de 615x400x1330 mm; condensadores CLZ; regulador de energía reactiva con pantalla de cristal líquido Computer M; contactores con bloque de preinserción y resistencia de descarga rápida; y fusibles de alto poder de corte. | 3.296,61 € | 1 | 3.296,61 € |
| 2. Interruptor automático NSX320F DC-TM-DC - 320 A - 4P "SCHNEIDER ELECTRIC" LV438261 | 4.728,52 € | 1 | 4.728,52 € |
| TOTAL COMPENSACIÓN ENERGÍA REACTIVA | - | 2 | 8.025,13 € |

| 4.1.10 GRUPO ELECTRÓGENO | Precio/Unidad (€) | Unidades | Total (€) |
|--|--------------------------|-----------------|------------------|
| 1. Grupo electrógeno fijo sobre bancada de funcionamiento automático, trifásico de 230/400 V de tensión, de 165 kVA de potencia, compuesto por alternador sin escobillas de 50 Hz de frecuencia; motor diesel de 1500 r.p.m. refrigerado por agua, con silenciador y depósito de combustible; cuadro eléctrico de control; y cuadro de conmutación con contactores de accionamiento manual calibrados a 250 A. | 21.056,65 € | 1 | 21.056,65 € |

| 4.1.11 MAQUINARIA Y EQUIPOS | Precio/Unidad (€) | Unidades | Total (€) |
|--|--------------------------|-----------------|--------------------|
| 1. Sistema de alimentación ininterrumpida On-Line, de 0,7 kVA de potencia, para alimentación monofásica, compuesto por rectificador de corriente y cargador de batería, batería, inversor estático electrónico, bypass y conmutador. | 718,43 € | 1 | 718,43 € |
| 2. BOMBA AGUA CENTRÍFUGAS EN ACERO INOX "Serie ULTRA" de 1,5 CV - EB 20 006 - U3-150/7 | 507 € | 1 | 507 € |
| 3. CALDERA DE BIOMASA DOMUSA BIOCLASS NG 10 KW | 4.497,17 € | 1 | 4.497,17 € |
| 4. EQUIPO DE REFRIGERACIÓN ROT.190000 3,3 KW | 1.449,21 | 1 | 1.449,21 € |
| 5. Aire Acondicionado MITSUBISHI ELECTRIC MSZ-HJ25VA | 436,2 € | 2 | 872,4 € |
| 6. Ventilador de gran caudal (42.600 m3/hora) con persiana. Potencia: 1.50 CV; Motor de eficiencia energética IE2; Nivel sonoro: 69 DbA; Peso: 85 Kg; Dimensiones: 1.380 x 1.380 x 450; Tensión: 230-400 V. EXA.21040IE2 | 485 € | 2 | 970 € |
| 7. Ventilador (21.600 m3/hora); Potencia 0.75 CV; Nivel sonoro: 62 DbA; Dimensiones : 1.090 x 1.090 x 450; Tensión: 230-400 V - EXA.22060 | 388 € | 29 | 11.252 € |
| 8. Motor 1.5 Cv 1500 Rpm B14 monofasico alto par 220 V - Ref. ML90S-4 B14 | 132,50 € | 9 | 1.192,5 € |
| 9. TOLVA SWING R3 DUO - ROT.16000000 | 214 € | 10 | 2.140 € |
| 10. PROGRAMADOR ACTUADORES - Tensión de entrada 220V; Tensión de salida 24 V - 170709 | 275 € | 1 | 275 € |
| 11. AEROTERMO ELECTRICO PORTATIL 3,3 KW - EUR.00090011 | 90,4 € | 4 | 361,6 € |
| 12. VENTANA POLICARBONATO ENMARCADA - 1801618000800 | 78,4 € | 4 | 313,6 € |
| 13. Sonda TEMPERATURA EXAFAN - EXA.STA | 57,2 € | 4 | 228,8 € |
| 14. MODULO REFRIGERACION 1800X1000 INOX - POR.H18001000 | 595 € | 18 | 10.710 € |
| 15. BOMBA MODULO REFRIGERACION - POR.19BOMBA-N180 | 97,6 € | 6 | 585,6 € |
| TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPOS | - | 92 | 35.354,88 € |

4.2 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE OBRA

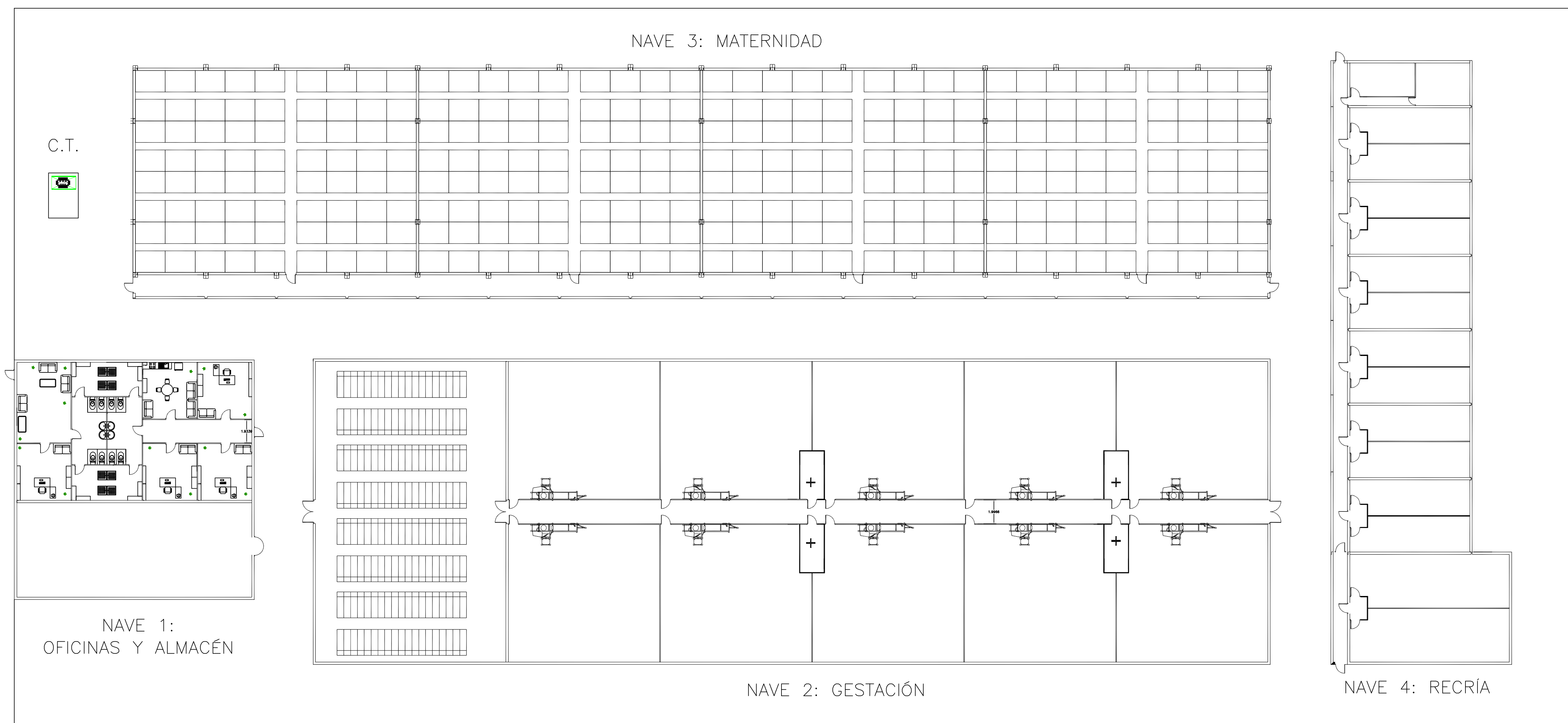
| CONCEPTO | COSTE |
|-------------------------------------|---------------------|
| Canalizaciones | 6.812,3 € |
| Cableado | 19.030,25 € |
| Armarios y Cuadros | 3.040,41 € |
| Interruptores Magnetotérmicos | 13.412,59 € |
| Interruptores Diferenciales | 11.190,50 € |
| Mecanismos | 1.500,17 € |
| Iluminación | 22.217,63 € |
| Puesta tierra | 572,36 € |
| Compensación de la Energía Reactiva | 8.025,13 € |
| Grupo Electrógeno | 21.056,65 € |
| Maquinaria y Equipos | 35.354,88 € |
| TOTAL EJECUCIÓN DE OBRA | 180.563,75 € |

4.3 PRESUPUESTO TOTAL SIN IVA

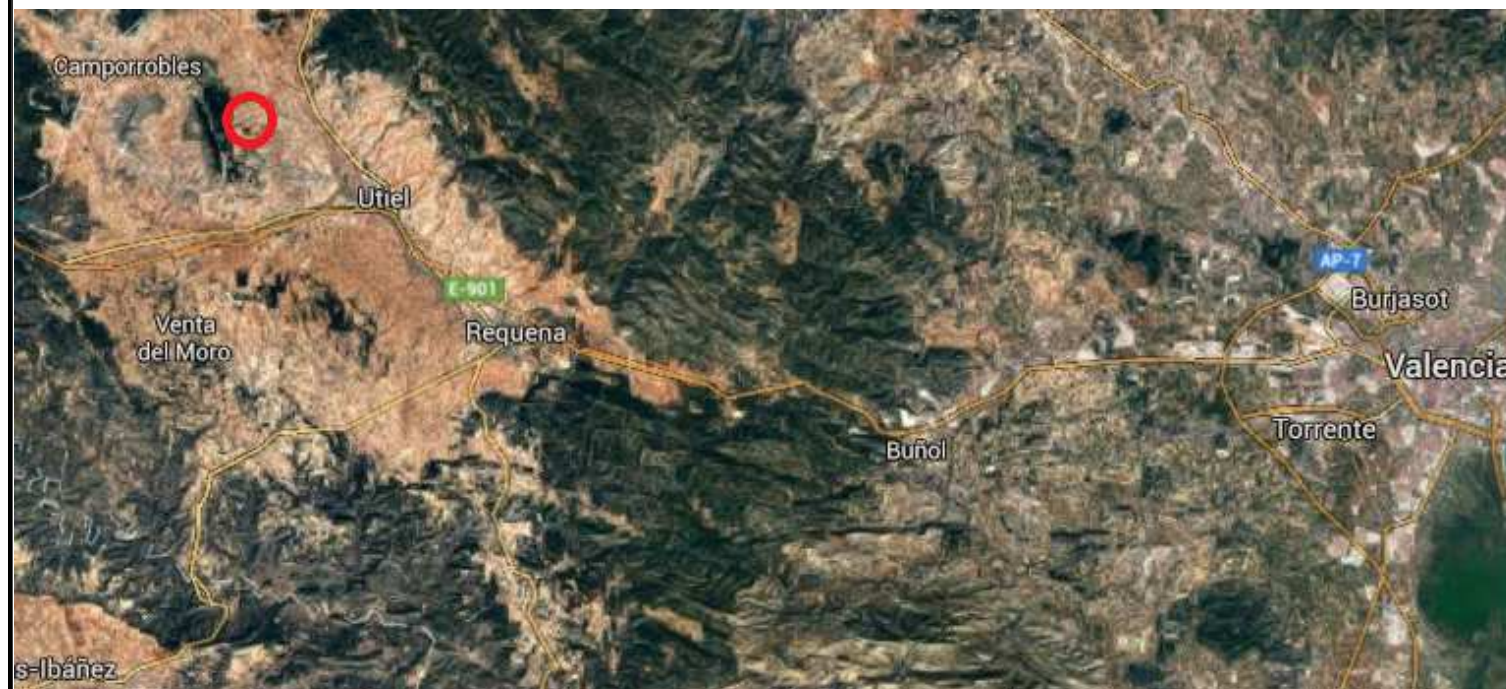
| CONCEPTO | COSTE |
|---------------------------|---------------------|
| Total Ejecución de obra | 141.894,75 € |
| Gastos Generales: 10 % | 14.189,47 € |
| Beneficio Industrial: 8 % | 11.351,58 € |
| Base Imponible | 25.541,056 € |
| TOTAL | 167.435,81 € |



DOCUMENTO Nº5: PLANOS

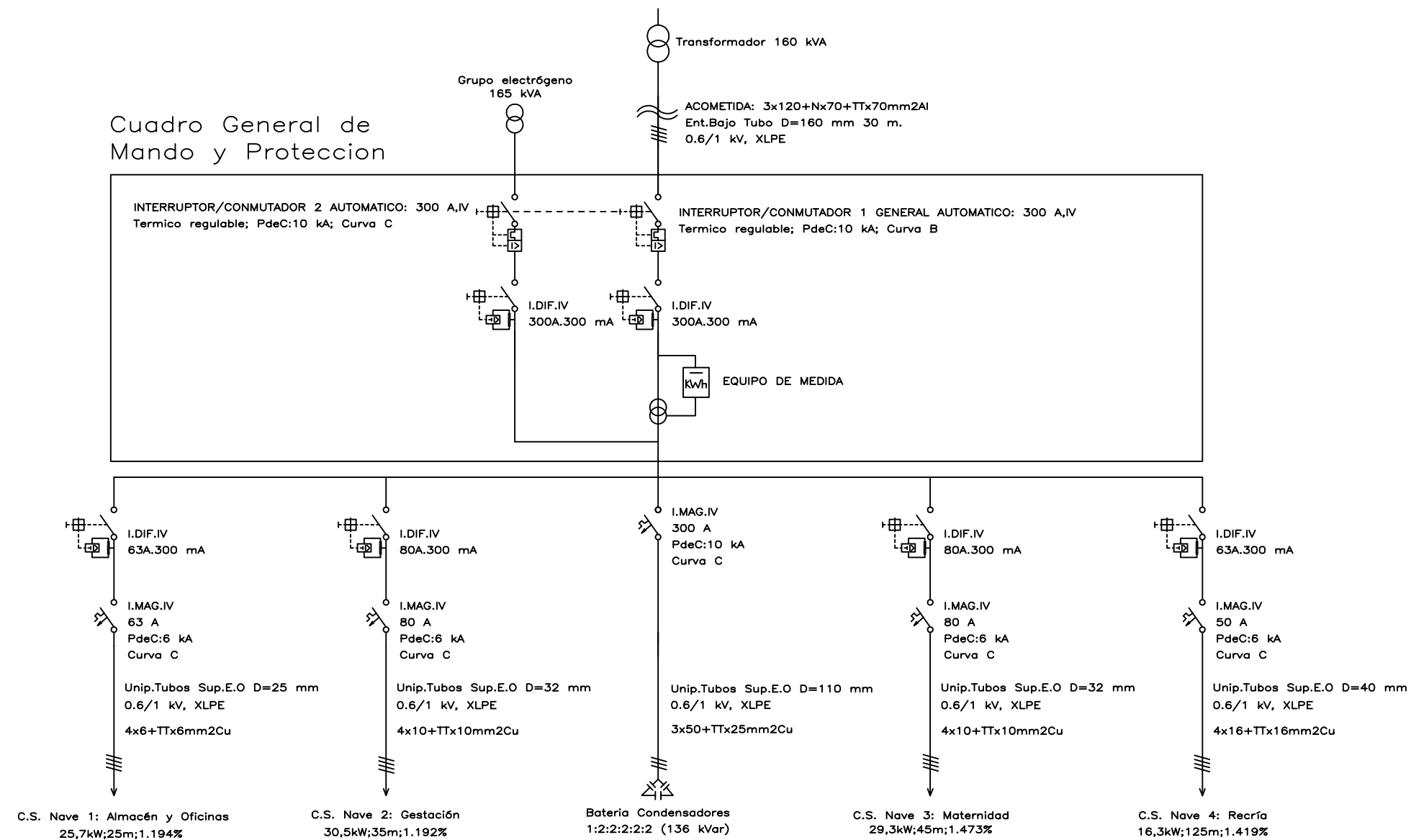


| | | | |
|-------------------------------------|--|------------|--|
| TÍTULO | PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN CONJUNTO DE NAVES PORCINAS | | |
| SITUACION | POLIGONO 10, PARCELA 630 DE LAS CASAS DE UTIEL | | |
| PLANO DE CONJUNTO DE LA INSTALACIÓN | | | |
| PROMOTOR | | FIRMA | |
| ING.TECNICO | IMANOL CARRACEDO | | |
| DIBUJADO | IMANOL CARRACEDO | | |
| ESCALA | Nº PLANO | 1 | |
| 1:200 | FECHA | JUNIO 2016 | |

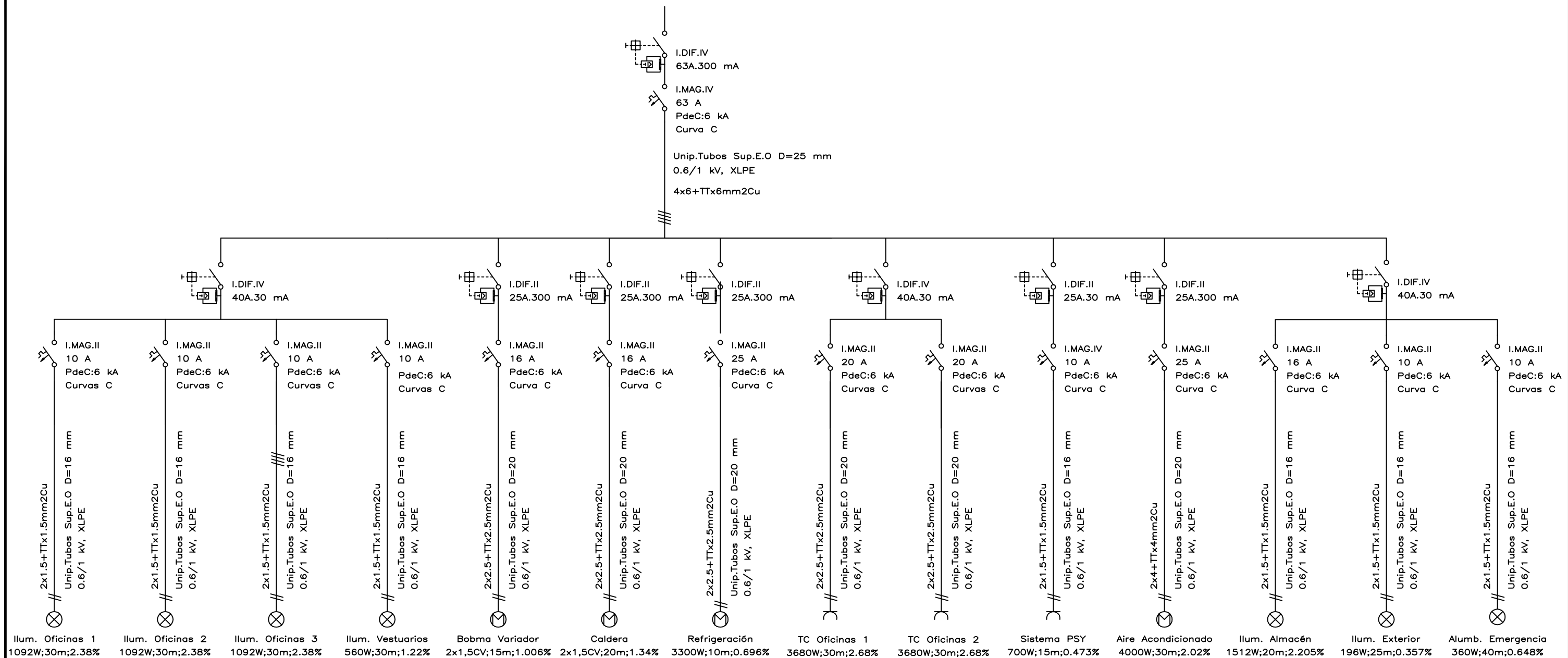


| | | | |
|--------------------|--|-------|--|
| TÍTULO | PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN CONJUNTO DE NAVES PORCINAS | | |
| SITUACION | POLÍGONO 10, PARCELA 630 DE LAS CASAS DE UTIEL | | |
| PLANO DE SITUACIÓN | | | |
| PROMOTOR | | FIRMA | |
| | | | |
| ING.TECNICO | IMANOL CARRACEDO | | |
| DIBUJADO | IMANOL CARRACEDO | | |
| ESCALA S/E | Nº PLANO 2 | | |
| | FECHA JUNIO 2016 | | |

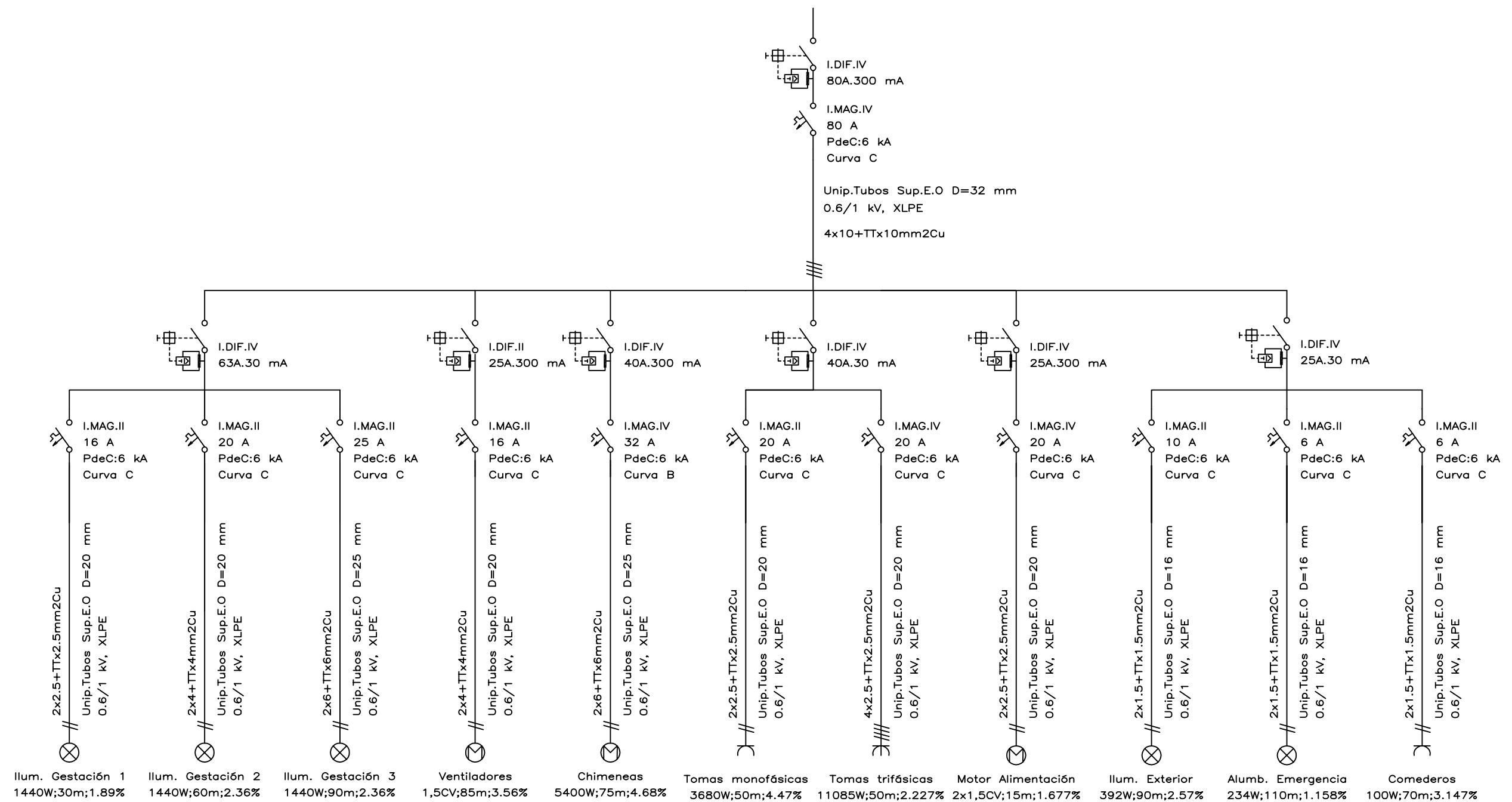
Cuadro General de Mando y Proteccion



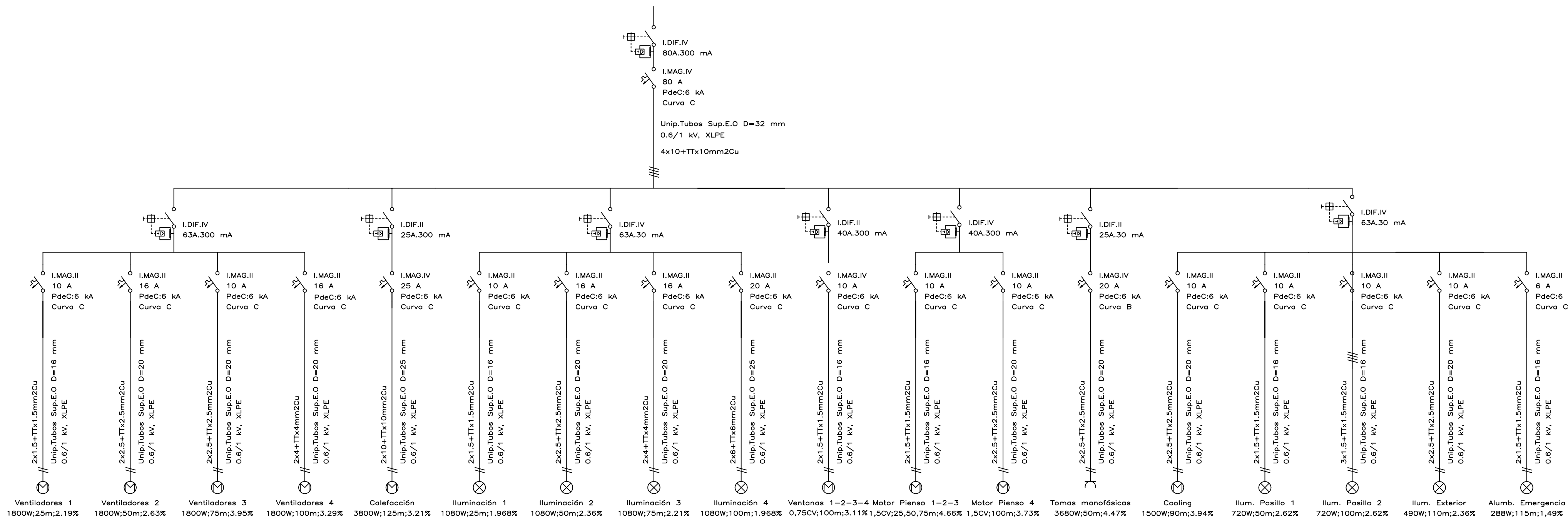
| | | | |
|-------------------------------------|---|-------|--|
| TÍTULO | <i>PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN CONJUNTO DE NAVES PORCINAS</i> | | |
| SITUACION | <i>POLÍGONO 10, PARCELA 630 DE LAS CASAS DE UTIEL</i> | | |
| <i>ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIÓN</i> | | | |
| PROMOTOR | | FIRMA | |
| | | | |
| ING.TECNICO | <i>IMANOL CARRACEDO</i> | | |
| DIBUJADO | <i>IMANOL CARRACEDO</i> | | |
| ESCALA | Nº PLANO 3 | | |
| <i>S/E</i> | FECHA <i>JUNIO 2016</i> | | |



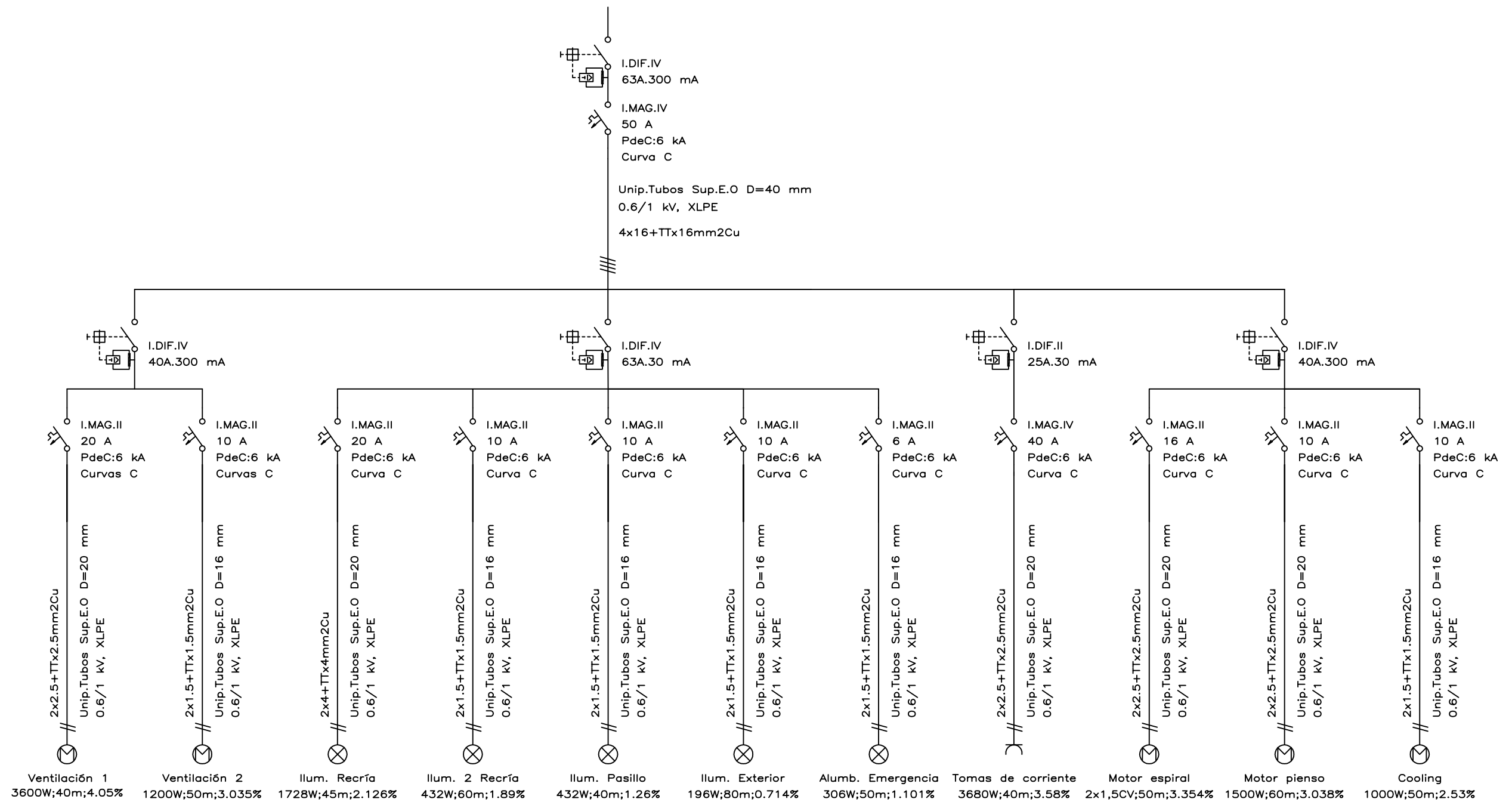
| | | | |
|---|---|-------|--|
| TÍTULO | <i>PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN CONJUNTO DE NAVES PORCINAS</i> | | |
| SITUACION | <i>POLÍGONO 10, PARCELA 630 DE LAS CASAS DE UTIEL</i> | | |
| <i>ESQUEMA UNIFILAR NAVE 1 – ALMACÉN Y OFICINAS</i> | | | |
| PROMOTOR | | FIRMA | |
| | | | |
| ING.TECNICO | <i>IMANOL CARRACEDO</i> | | |
| DIBUJADO | <i>IMANOL CARRACEDO</i> | | |
| ESCALA | Nº PLANO 4 | | |
| <i>S/E</i> | FECHA <i>JUNIO 2016</i> | | |



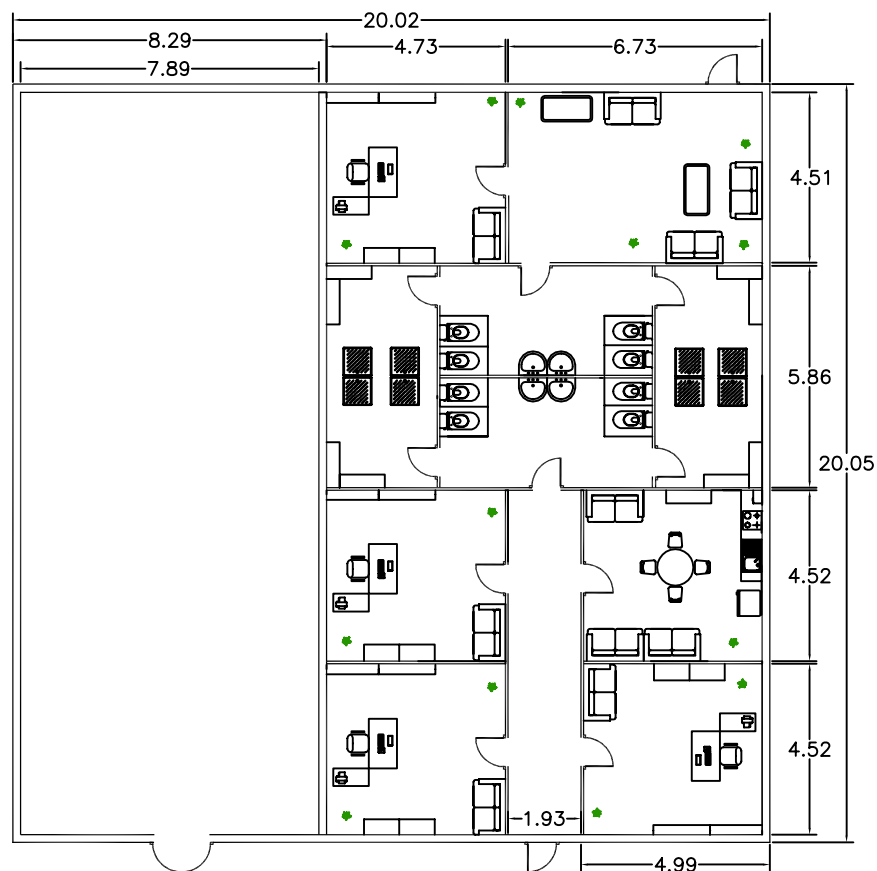
| | | | |
|-------------------------------------|--|-------|------------|
| TÍTULO | PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN CONJUNTO DE NAVES PORCINAS | | |
| SITUACION | POLÍGONO 10, PARCELA 630 DE LAS CASAS DE UTIEL | | |
| ESQUEMA UNIFILAR NAVE 2 – GESTACIÓN | | | |
| PROMOTOR | | FIRMA | |
| | | | |
| ING.TECNICO | IMANOL CARRACEDO | | |
| DIBUJADO | IMANOL CARRACEDO | | |
| ESCALA | Nº PLANO | | 5 |
| S/E | FECHA | | JUNIO 2016 |



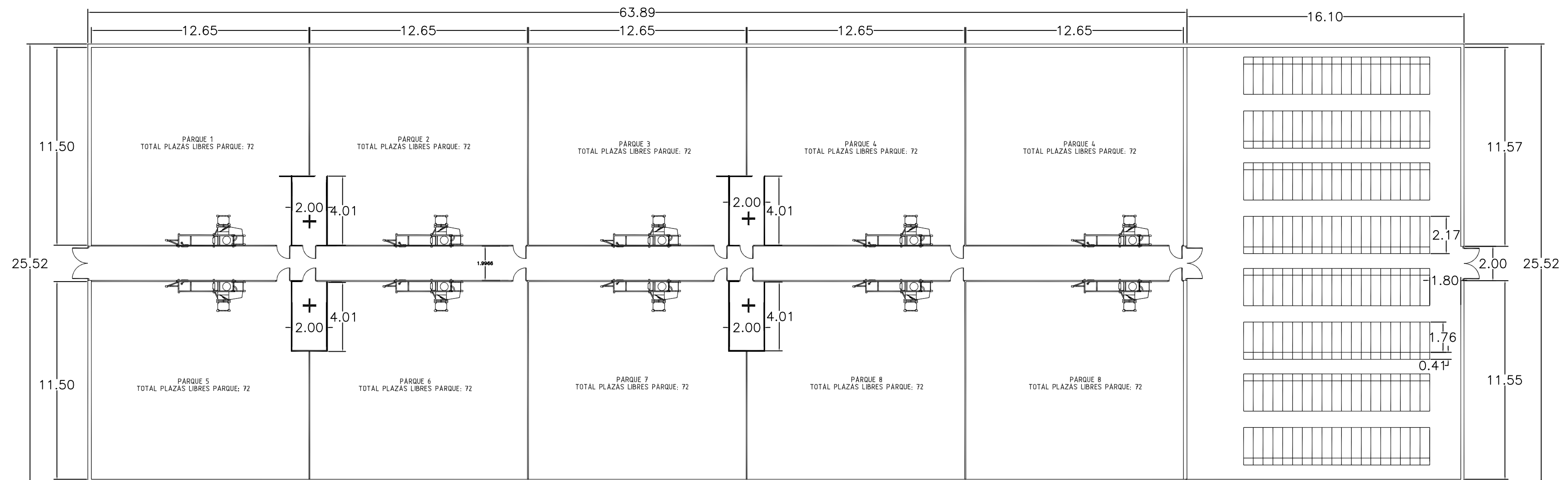
| | | | |
|--------------------------------------|--|-------|--|
| TITULO | PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN CONJUNTO DE NAVES PORCINAS | | |
| SITUACION | POLÍGONO 10, PARCELA 630 DE LAS CASAS DE UTIEL | | |
| ESQUEMA UNIFILAR NAVE 3 – MATERNIDAD | | | |
| PROMOTOR | | FIRMA | |
| | | | |
| ING.TECNICO | IMANOL CARRACEDO | | |
| DIBUJADO | IMANOL CARRACEDO | | |
| ESCALA S/E | Nº PLANO 6 | | |
| | FECHA JUNIO 2016 | | |



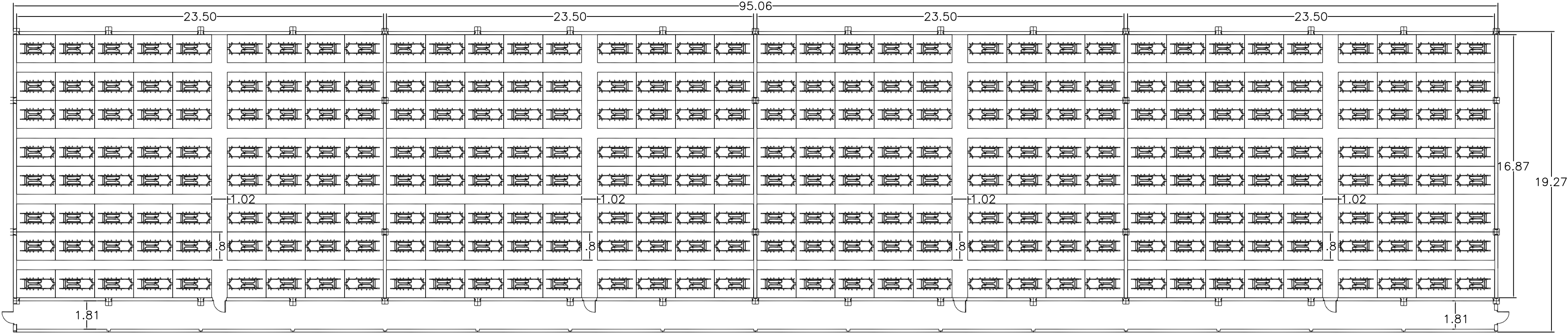
| | | | |
|----------------------------------|--|-------|------------|
| TÍTULO | PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN CONJUNTO DE NAVES PORCINAS | | |
| SITUACION | POLÍGONO 10, PARCELA 630 DE LAS CASAS DE UTIEL | | |
| ESQUEMA UNIFILAR NAVE 4 – RECRÍA | | | |
| PROMOTOR | | FIRMA | |
| | | | |
| ING.TECNICO | IMANOL CARRACEDO | | |
| DIBUJADO | IMANOL CARRACEDO | | |
| ESCALA | Nº PLANO | | 7 |
| S/E | FECHA | | JUNIO 2016 |



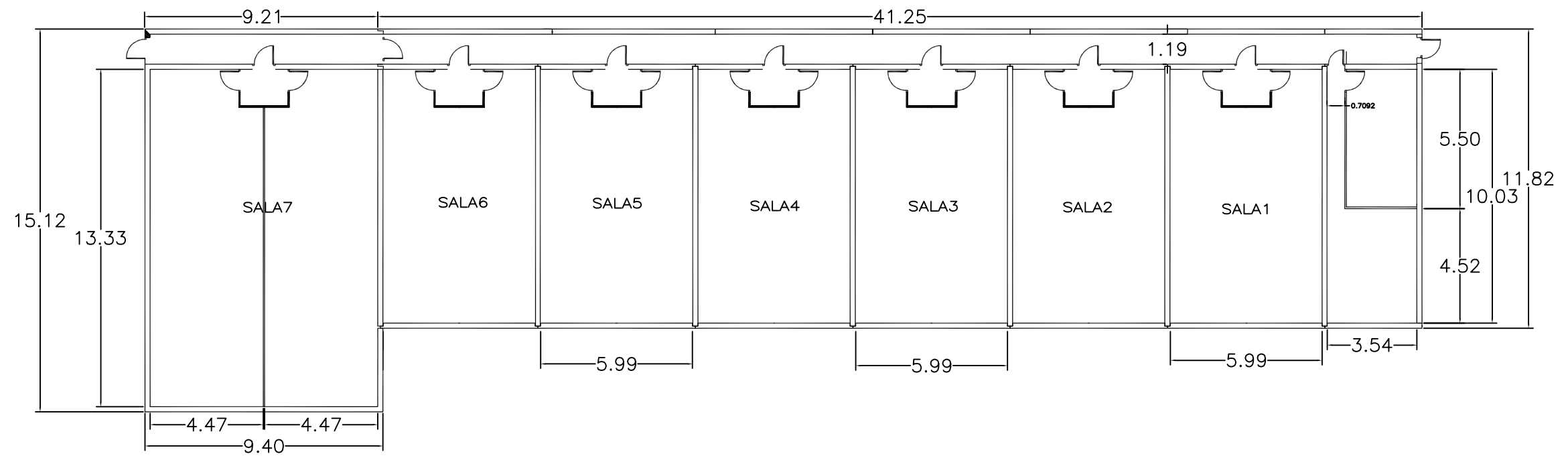
| | | | |
|------------------------------------|--|-------|--|
| TÍTULO | PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN CONJUNTO DE NAVES PORCINAS | | |
| SITUACION | POLÍGONO 10, PARCELA 630 DE LAS CASAS DE UTIEL | | |
| PLANTA NAVE 1 – ALMACÉN Y OFICINAS | | | |
| PROMOTOR | | FIRMA | |
| | | | |
| ING.TECNICO | IMANOL CARRACEDO | | |
| DIBUJADO | IMANOL CARRACEDO | | |
| ESCALA 1:200 | Nº PLANO 8 | | |
| | FECHA JUNIO 2016 | | |



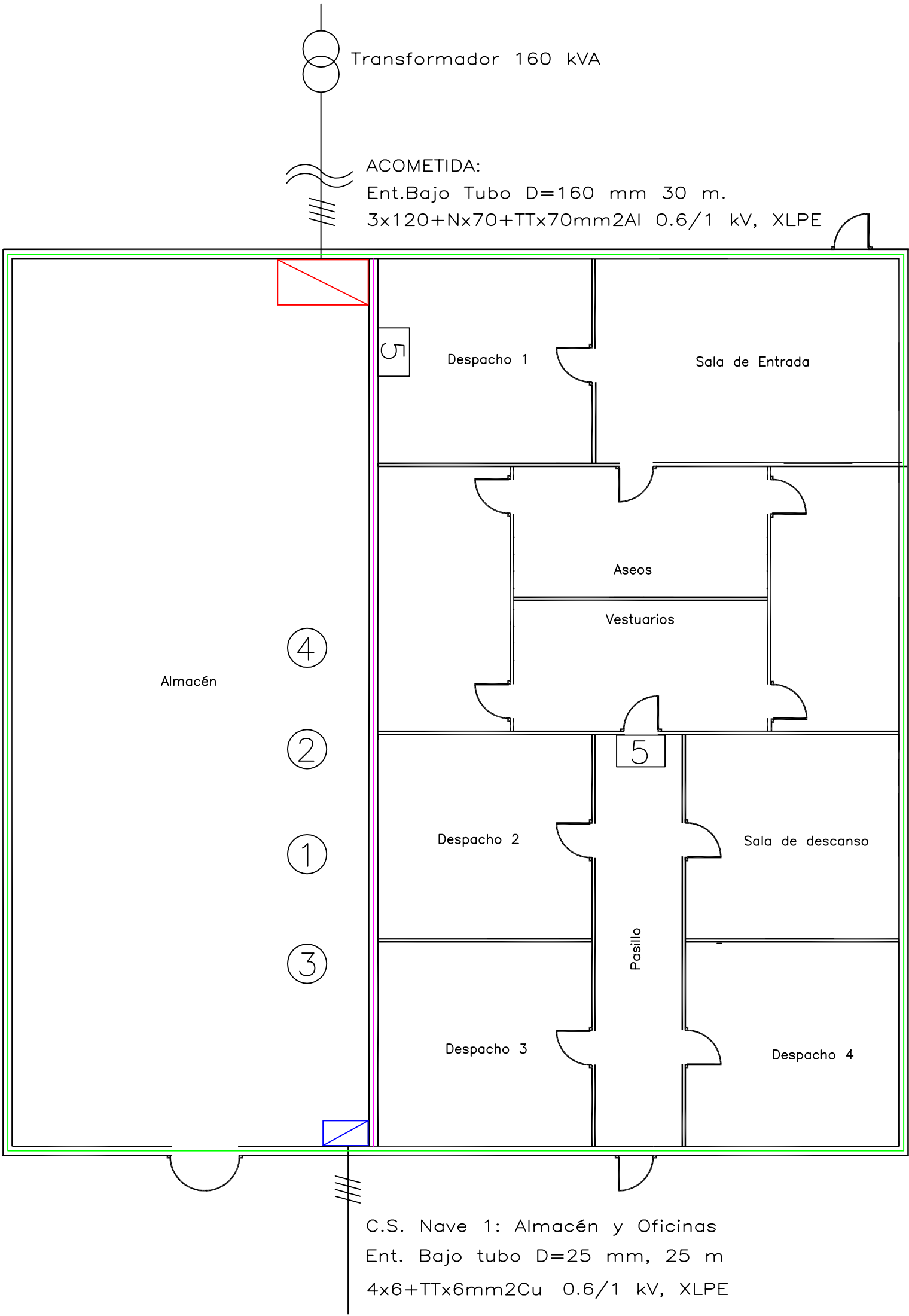
| | | | |
|---------------------------|--|-------|--|
| TITULO | PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN CONJUNTO DE NAVES PORCINAS | | |
| SITUACION | POLÍGONO 10, PARCELA 630 DE LAS CASAS DE UTIEL | | |
| PLANTA NAVE 2 – GESTACIÓN | | | |
| PROMOTOR | | FIRMA | |
| | | | |
| ING.TECNICO | IMANOL CARRACEDO | | |
| DIBUJADO | IMANOL CARRACEDO | | |
| ESCALA 1:200 | Nº PLANO 9 | | |
| | FECHA JUNIO 2016 | | |












| | | | | |
|----------------------------|--|--|-------|------------------|
| TÍTULO | PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN CONJUNTO DE NAVES PORCINAS | | | |
| SITUACION | POLÍGONO 10, PARCELA 630 DE LAS CASAS DE UTIEL | | | |
| PLANTA NAVE 3 – MATERNIDAD | | | | |
| PROMOTOR | | | FIRMA | |
| ING.TECNICO | | | | IMANOL CARRACEDO |
| DIBUJADO | | | | IMANOL CARRACEDO |
| ESCALA | Nº PLANO 10 | | | |
| 1:200 | FECHA JUNIO 2016 | | | |



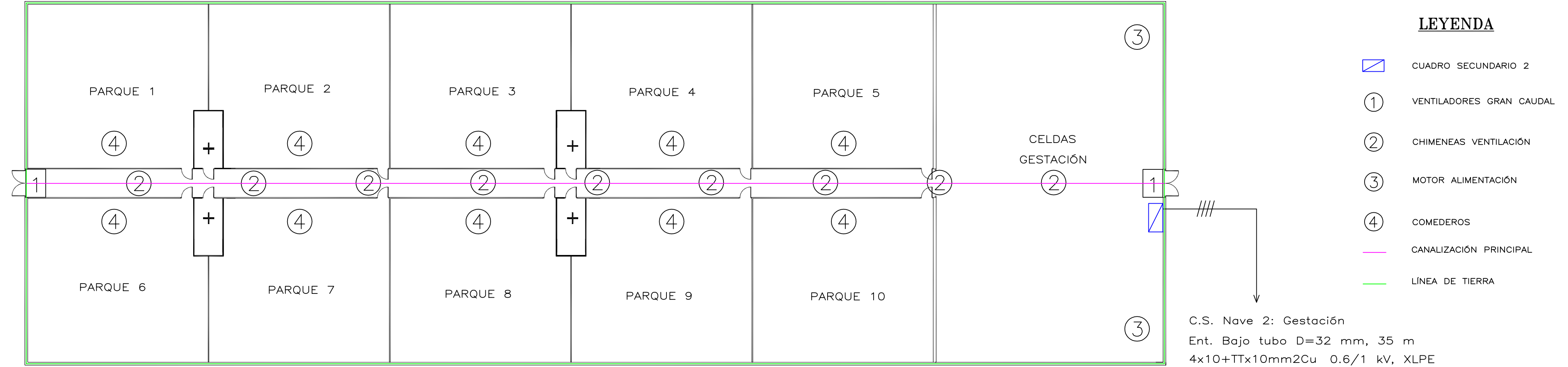
| | | | |
|-------------------------------|---|-------|--|
| TÍTULO | <i>PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN CONJUNTO DE NAVES PORCINAS</i> | | |
| SITUACION | <i>POLÍGONO 10, PARCELA 630 DE LAS CASAS DE UTIEL</i> | | |
| <i>PLANTA NAVE 4 – RECRÍA</i> | | | |
| PROMOTOR | | FIRMA | |
| | | | |
| ING.TECNICO | <i>IMANOL CARRACEDO</i> | | |
| DIBUJADO | <i>IMANOL CARRACEDO</i> | | |
| ESCALA <i>1:200</i> | Nº PLANO <i>11</i> | | |
| | FECHA <i>JUNIO 2016</i> | | |



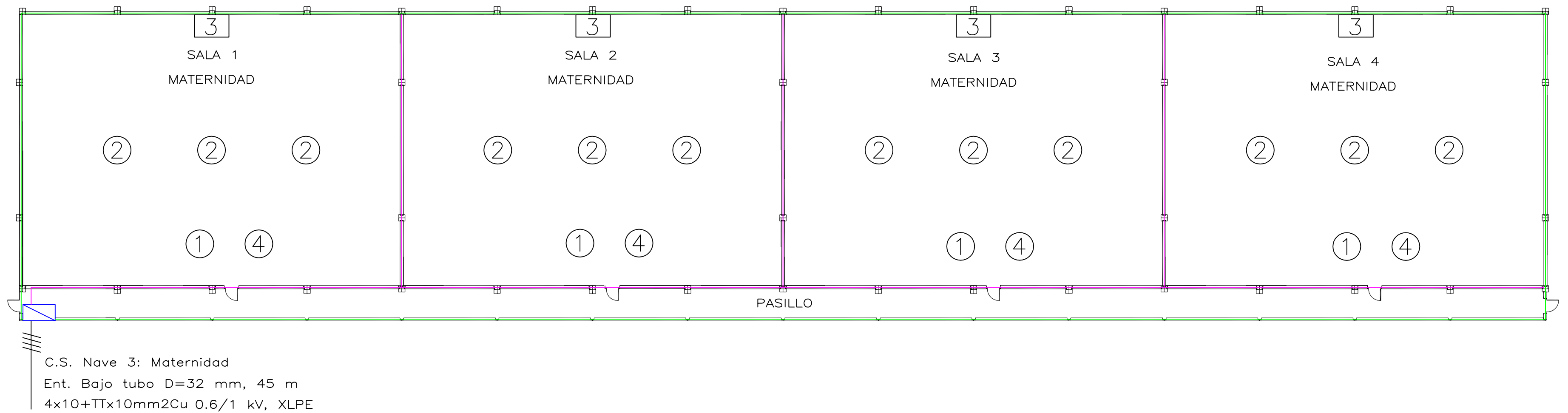
LEYENDA

- CUADRO PRINCIPAL
- CUADRO SECUNDARIO 1
- BOMBA VARIADOR
- CALDERA
- REFRIGERACIÓN GESTACIÓN
- PSY + ORDENADOR
- AIRE ACONCIONADO
- CANALIZACIÓN PRINCIPAL
- LÍNEA DE PUESTA A TIERRA

| | | | |
|--|--|--|-------|
| TÍTULO | PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN CONJUNTO DE NAVES PORCINAS | | |
| SITUACION | POLÍGONO 10, PARCELA 630 DE LAS CASAS DE UTIEL | | |
| PLANO ELÉCTRICO NAVE 1 – ALMACÉN Y GESTACIÓN | | | |
| PROMOTOR | | | FIRMA |
| | | | |
| ING.TECNICO | IMANOL CARRACEDO | | |
| DIBUJADO | IMANOL CARRACEDO | | |
| ESCALA S/E | Nº PLANO 12 | | |
| | FECHA JUNIO 2016 | | |



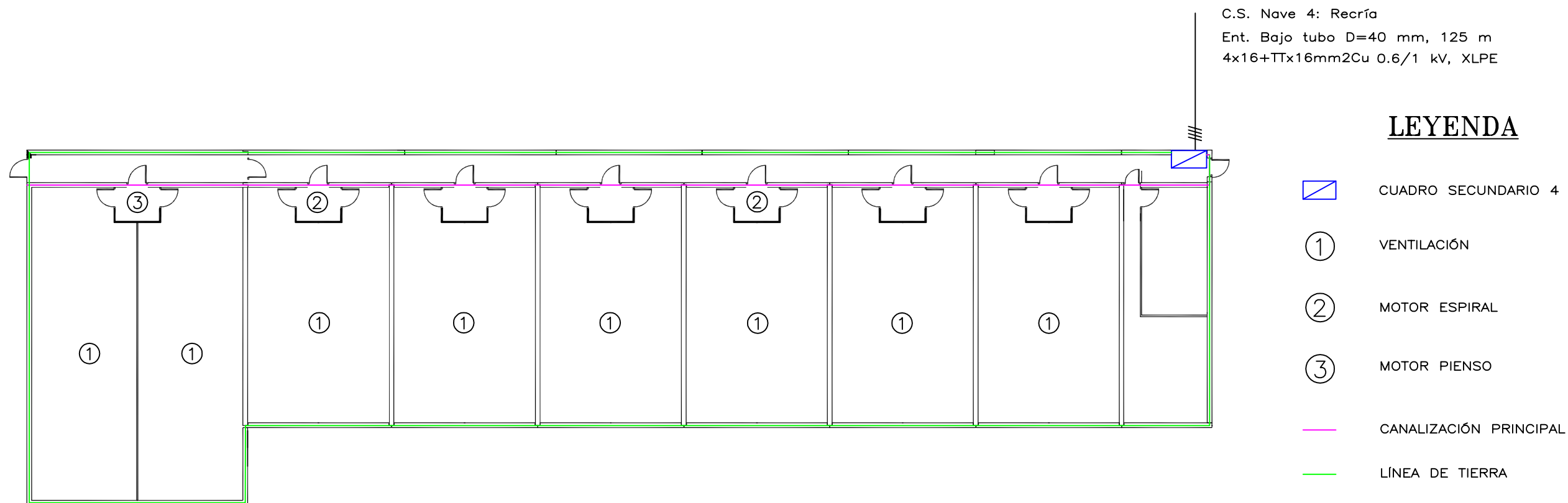
| | | | |
|------------------------------------|--|-------|--|
| TÍTULO | PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN CONJUNTO DE NAVES PORCINAS | | |
| SITUACION | POLÍGONO 10, PARCELA 630 DE LAS CASAS DE UTIEL | | |
| PLANO ELÉCTRICO NAVE 2 – GESTACIÓN | | | |
| PROMOTOR | | FIRMA | |
| | | | |
| ING.TECNICO | IMANOL CARRACEDO | | |
| DIBUJADO | IMANOL CARRACEDO | | |
| ESCALA | Nº PLANO 13 | | |
| 1:200 | FECHA JUNIO 2016 | | |



LEYENDA

- CUADRO SECUNDARIO 3
- CALEFACCIÓN
- VENTILADORES
- VENTANAS CON Sonda
- MOTOR PIENSO
- CANALIZACIÓN PRINCIPAL
- LÍNEA DE TIERRA

| | | | |
|-------------------------------------|--|------------|--|
| TÍTULO | PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN CONJUNTO DE NAVES PORCINAS | | |
| SITUACION | POLÍGONO 10, PARCELA 630 DE LAS CASAS DE UTIEL | | |
| PLANO ELÉCTRICO NAVE 3 – MATERNIDAD | | | |
| PROMOTOR | | FIRMA | |
| | | | |
| ING.TECNICO | IMANOL CARRACEDO | | |
| DIBUJADO | IMANOL CARRACEDO | | |
| ESCALA | Nº PLANO | 14 | |
| 1:200 | FECHA | JUNIO 2016 | |



| | | | |
|---------------------------------|--|---------------------|--|
| TÍTULO | PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN CONJUNTO DE NAVES PORCINAS | | |
| SITUACION | POLÍGONO 10, PARCELA 630 DE LAS CASAS DE UTIEL | | |
| PLANO ELÉCTRICO NAVE 4 – RECRÍA | | | |
| PROMOTOR | | FIRMA | |
| | | | |
| ING.TECNICO | IMANOL CARRACEDO | | |
| DIBUJADO | IMANOL CARRACEDO | | |
| ESCALA 1:200 | Nº PLANO 15 | FECHA JUNIO 2016 | |